

# **Наукоемкие технологии в приборо - и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе**

**Региональная научно - техническая конференция**

(Калуга, 15–17 апреля 2025 года)

**Материалы конференции**

В двух томах

Том 2



Москва

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**

МГТУ им. Н.Э. Баумана

**2026**

УДК 378:001.891  
ББК 74.48:72  
Н34

Издание доступно в электронном виде по адресу  
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8565/>

**Руководители оргкомитета конференции:**

*С.А. Кусачева* (руководитель СНТО КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
председатель совета по НИР студентов  
и аспирантов, канд. биол. наук, доцент),  
*Ю.Н. Лавренков* (ф-т ИУК, канд. техн. наук, доцент),  
*И.Н. Зыбин* (ф-т МК, канд. техн. наук, доцент)

**Руководители секций:**

*Андреев В.В.*, д-р техн. наук, профессор  
*Шаталов В.К.*, д-р техн. наук, профессор  
*Перерва О.Л.* д-р экон. наук, профессор  
*Мазин А.В.* д-р техн. наук, доцент  
*Рамазанов А.К.*, канд. физ.-мат. наук, доцент  
*Шафигуллина Т.В.*, канд. ист. наук, доцент  
*Анфилов К.Л.*, канд. хим. наук, доцент  
*Малышев Е.Н.*, канд. техн. наук, доцент  
*Мельников Д.В.*, канд. техн. наук, доцент  
*Гагарин Ю.Е.*, канд. физ.-мат. наук, доцент

*Пономарев А.И.*, канд. техн. наук, доцент  
*Витчук П.В.*, канд. техн. наук, доцент  
*Чухраев И.В.*, канд. техн. наук, доцент  
*Сулина О.В.*, канд. техн. наук, доцент  
*Труханов К.Ю.*, канд. техн. наук, доцент  
*Пащенко В.Н.*, канд. техн. наук, доцент  
*Жинов А.А.*, канд. техн. наук, доцент  
*Кусачева С.А.*, канд. биол. наук, доцент  
*Белова Е.В.*, канд. филол. наук, доцент

**Секретарь конференции:** *В.В. Лебедев*

Н34

**Научно-технические технологии в приборостроении и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе :** региональная научно-техническая конференция (Калуга, 15–17 апреля 2025 года) : материалы конференции : в 2 т. / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» . — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026.

ISBN 978-5-7038-6701-3  
Т. 2. — 449, [1] с. : ил.  
ISBN 978-5-7038-707-5

Материалы региональной научно-технической конференции, представленные в данном издании, обобщают результаты усилий ученых разных направлений науки, накопленные в течение ряда лет. Это позволяет объединить достижения различных научных школ, предложить инновационные подходы и решения актуальных проблем современной науки и техники. Научные работы включают фундаментальные разработки, а также практические приложения новых методов и технологий, нашедших свое применение в создании современных конструкций и материалов.

Во второй том сборника вошли материалы секций 13, 15–20.

УДК 378:001.891  
ББК 74.48:72

*Издается в авторской редакции.*

ISBN 978-5-7038-6707-5 (т. 2)  
ISBN 978-5-7038-6701-3

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

## ***Секция 13. Проектирование программно - информа - ционных систем***





УДК 004.93

## Сравнительный анализ методов восстановления 3D-геометрии по фотографиям

Иванов Алексей Сергеевич

ivanovas@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен сравнительный анализ методов восстановления 3D-геометрии объектов по фотографиям, включая классическую фотограмметрию, нейросетевые подходы (NeRF, Mesh R-CNN, неявные представления) и гибридные методы. Рассмотрены их преимущества, недостатки и применимость в практических задачах.*

**Ключевые слова:** цифровизация, компьютерное зрение, фотограмметрия, искусственный интеллект, нейросети

**Введение.** Восстановление 3D-геометрии объектов по фотографиям является одной из ключевых задач компьютерного зрения, находящей широкое применение в архитектуре, реставрации и создании виртуальных сред. С развитием технологий появились несколько категорий методов 3D-реконструкции объектов по изображениям. Целью данной статьи является их сравнительный анализ с целью нахождения рационального подхода к этой задаче с учетом различных метрик, таких как требования к исходным данным, производительность, точность, затраты вычислительных ресурсов и сложность

**Обзор существующих методов.** На данный момент существуют три основных подхода к восстановлению 3D-геометрии по изображениям.

1. Классическая фотограмметрия. Фотограмметрия — дисциплина, занимающаяся определением геометрических характеристик объектов по их изображениям. Классический подход объединяет под собой несколько алгоритмов восстановления 3D-геометрии, основными из которых являются:

– стереозрение. Имитирует человеческое бинокулярное зрение, используя два изображения одной сцены, снятых с разных точек. Основной принцип — триангуляция, с помощью которой на основе расстояния между камерами и их параметров определяется глубина каждой точки;

– Structure from Motion (SfM). Метод восстановления 3D-структуры сцены и положения камеры на основе набора неупорядоченных изображений, снятых с разных ракурсов. Извлекаются ключевые точки различных изображений и их дескрипторы, и между ними устанавливается соответствие; затем оценивается движение камеры (например, алгоритмом «восемь точек») и с помощью триангуляции строится облако точек;

– Multi-View Stereo (MVS). Расширение SfM, направленное на создание более плотных 3D-моделей. От исходного алгоритма берется начальная оценка положения камер, затем вычисляется плотная карта глубины для каждого изображения, и в результате облака точек объединяются в единую модель.

Преимущество классического подхода — высокая точность [1] и отсутствие обучения. Но, как отмечают исследователи Шонбергер и Фрам [2], нужны десятки изображений хорошего качества с разных ракурсов и, иногда, параметры камеры. Производительность зависит от данных: обработка тысяч изображений занимает часы или дни, особенно в MVS. Сложность реализации снижается из-за наличия готовых библиотек, таких как OpenCV и COLMAP.

2. Нейросетевые методы. Задействование искусственного интеллекта происходит с целью использования машинного обучения для предсказания геометрии и даже текстур. Существуют следующие основные подходы:

- NeRF (Neural Radiance Fields): моделирует сцену как непрерывное поле излучения и плотности, предсказывая цвет и плотность для каждой точки пространства;

- Mesh R-CNN: нейросетевая модель, которая определяет на основе R-CNN регионы изображения, где находятся объекты, предсказывает их грубую маску и инициализирует базовую 3D-форму, которую путем деформаций приводит в соответствие объектам на изображении;

- неявные представления: группа методов, моделирующая 3D-формы как непрерывные функции, определяющие их поверхности. Примерами представителей этой группы являются DeepSDF и PIFu.

Главное преимущество нейросетевых методов — гибкость: они работают с одним или несколькими изображениями, а результат генерируется за минуты без больших вычислительных мощностей. Однако обучение требует тысяч изображений с 3D-данными (карты глубины, сетки) [3], что занимает время и ресурсы. Точность варьируется: например, оценка глубины имеет ошибки 10–20 % [3], NeRF точен для конкретных сцен, но ограничен в обобщении [4]. Сложность реализации высока и требует знаний в области машинного обучения, даже с использованием таких библиотек, как PyTorch и TensorFlow.

3. Гибридные методы. Представляют собой комбинацию фотограмметрии и нейросетей. Успешным примером можно считать DeepSfM [5] — модификацию SfM, заменяющую традиционные алгоритмы поиска соответствий и Bundle Adjustment на нейросетевые аналоги, сохраняя при этом геометрическую основу классического подхода.

Гибридные методы требуют несколько изображений, схожих с требуемыми классическим подходом, но нейросети могут снизить их количество [6]. Производительность переменна, часто выше классических благодаря оптимизациям вроде ускорения поиска соответствий [5]. Они сочетают точность классики с адаптивностью нейросетей, достигая потенциально большей точности, хотя она варьируется. Сложность реализации высока и требует знания обеих групп методов, а обучение нейросетей занимает значительные ресурсы.

**Сравнение методов 3D-реконструкции.** Сравнение рассмотренных выше подходов к восстановлению 3D-геометрии может быть представлено в виде следующей таблицы.

### Сравнение методов 3D-реконструкции объектов по изображениям

Критерий	Классическая фотограмметрия	Нейросетевые методы	Гибридные методы
Требования к исходным данным	Множество изображений, могут быть нужны параметры камеры	1+ изображений для вывода, большие наборы для обучения	Несколько изображений, схожие с классическими, с улучшениями нейросетей
Производительность	Медленный вывод (часы-дни)	Быстрый вывод (минуты), долгое обучение (часы-дни)	Переменная, потенциально быстрее классических
Точность	Высокая, сильно зависит от качества данных	Переменная, зависит от данных и метода	Потенциально выше, чем у иных методов
Затраты вычислительных ресурсов	Умеренные–высокие	Высокие (обучение), умеренные (вывод)	Переменные, зависят от подхода
Сложность реализации	Умеренная, есть библиотеки	Высокая, но есть готовые решения	Высокая, требуется экспертиза в обеих областях

**Заключение.** На основе сравнения классическая фотограмметрия обеспечивает высокую точность, но требует много ресурсов и качественных данных. Нейросетевые методы гибки, работают даже с одним изображением, но точность зависит от данных, а обучение ресурсоемко. Гибридные подходы (DeepSfM) сочетают их преимущества, повышая точность при меньших затратах данных, хотя сложнее в реализации.

Таким образом, выбор метода зависит от задачи: классическая фотограмметрия предпочтительна для высокоточных реконструкций с достаточным количеством данных, нейросетевые методы подходят для быстрых решений с ограниченными ресурсами, а гибридные методы представляют собой перспективное направление для сложных сценариев, требующих баланса между точностью, скоростью и гибкостью.

### Литература

- [1] Чибуничев А.Г. *Фотограмметрия*. Москва, Изд-во МИИГАиК, 2022, 328 с.
- [2] Schönberger J.L., Frahm J.M. *Structure-from-Motion Revisited*. CVPR, 2016.
- [3] Eigen D., Puhrsch C., Fergus R. Depth map prediction from a single image using a multi-scale deep network. *NIPS*, 2014, pp. 2366–2374.
- [4] Mildenhall B., Srinivasan P.P., Tancik M., Barron J.T., Ramamoorthi R., Ng R. *NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis*. CVPR, 2020, arXiv:2003.08934v2.

- [5] Wei X., Zhang Y., Li Z., Fu Y., Xue X. *DeepSfM: Structure from Motion via Deep Bundle Adjustment*. ECCV, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.09697>
- [6] Yi K.M., Trulls E., Sali V., Fua P., Lepetit V. *Learning to find good correspondences*. CVPR, 2018. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1711.05971>

## Comparative analysis of methods of 3D geometry reconstruction from photographs

Ivanov Alexey Sergeevich

ivanovas@student.bmstu.ru

Gagarin Yuriy Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article demonstrates a comparative analysis of methods of 3D geometry reconstruction from photographs, including classic photogrammetry, neural network approaches (NeRF, Mesh R-CNN, implicit representations), and hybrid methods. Their advantages, downsides, and applicability in practical tasks have been considered.*

**Keywords:** *digitalization, computer vision, photogrammetry, artificial intelligence, neural networks*

УДК 004.93ФИО полностью

## Проблемы и перспективы интеграции беспилотного общественного транспорта в городах

Мосолов Алексей Викторович

mosolovav@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Проведен обзор технологий и подходов, направленных на решение основных проблем интеграции беспилотного общественного транспорта (БОТ) в города. В частности, рассмотрены технические вызовы, связанные с надежностью сенсоров, кибербезопасностью и вычислительными мощностями. Проведен анализ текущего состояния внедрения БОТ, а также перспектив его развития в ближайшие годы, определены ключевые препятствия, тормозящие процесс: инфраструктура, доверие общества и законодательство.*

**Ключевые слова:** беспилотный общественный транспорт, автономное управление, искусственный интеллект, кибербезопасность

**Введение.** В условиях стремительного роста урбанизации и увеличения транспортных потоков традиционные подходы к организации общественного транспорта сталкиваются с ограничениями, такими как высокая аварийность, экологические вызовы и низкая эффективность использования ресурсов. Беспилотный общественный транспорт (БОТ), основанный на передовых технологиях искусственного интеллекта и автономного управления, представляет собой инновационное решение, способное трансформировать и упростить городскую мобильность. Однако его внедрение сопряжено с рядом технических, социальных, правовых и экономических трудностей, которые требуют комплексного анализа и поиска сбалансированных решений.

**Проблемы интеграции. Технические вызовы.** Технические ограничения остаются ключевым барьером. ИИ пока не заменяет человеческую интуицию в нестандартных ситуациях, таких как внезапное появление ребенка на дороге или маневры в плотном трафике. Хотя ИИ реагирует быстрее — за 0,02–0,1 секунды против 0,7–1,5 секунды у человека, — это требует больших вычислительных мощностей для анализа данных сенсоров в реальном времени. В хаотичных городских условиях, вроде узких исторических улиц, сбои из-за недостатка ресурсов ограничивают применение БОТ.

Надежность сенсоров и алгоритмов снижается в плохую погоду: дождь, снег или туман мешают лидарам и камерам, повышая риск аварий. Например, в 2018 г. беспилотный автомобиль Uber не распознал пешехода из-за плохой видимости, что привело к первому смертельному случаю [1].

Кибербезопасность — еще одна проблема. Беспилотные системы уязвимы к атакам через сети 4G/5G. Обзор показал, что хакеры могут перехватывать данные сенсоров или вмешиваться в V2X, угрожая безопасности [2].

Для общественного транспорта это особенно опасно из-за большого числа пассажиров.

**Инфраструктурные ограничения.** Интеграция БОТ требует кардинальной модернизации городской инфраструктуры. Четкая дорожная разметка, «умные» светофоры с поддержкой V2X, выделенные полосы и стабильное покрытие высокоскоростных сетей — это минимальные условия для работы автономного транспорта. Однако во многих городах, особенно в развивающихся странах, дороги находятся в плохом состоянии, разметка стирается, а сети 5G доступны только в мегаполисах.

Создание такой инфраструктуры требует огромных затрат. По оценкам экспертов McKinsey, модернизация одного крупного города под «умную» транспортную систему может стоить от 1 до 5 млрд долларов в зависимости от масштаба [3]. Для сравнения, бюджет на дорожное строительство в России в 2024 г. составил около 1,5 трл рублей на всю страну, что делает финансирование подобных проектов серьезной проблемой.

**Социальные аспекты.** Социальные барьеры также играют ключевую роль. Доверие общества — главный вызов. Опросы, проведенные в 2023 г. компанией Deloitte, показали, что 60 % респондентов в Европе и США не готовы ездить на беспилотном транспорте из-за страха аварий. В России этот показатель может быть даже выше из-за консервативного отношения к технологиям. Этический аспект тоже важен: в случае ДТП неясно, кто будет нести ответственность — производитель, оператор или городские власти. Это создает моральные дилеммы, которые общество пока не готово решать.

**Правовые и экономические барьеры.** Законодательство большинства стран не адаптировано к БОТ. В России ПДД требуют наличия водителя за рулем, а правовая база для автономного транспорта находится в стадии разработки. Без четких правил невозможно определить ответственность за аварии или сертифицировать беспилотники для массового использования.

Экономические трудности связаны с высокой стоимостью разработки и эксплуатации. Например, создание одного беспилотного автобуса КАМАЗ обходится в десятки млн рублей, а его тестирование требует дополнительных вложений. Для городов с ограниченным бюджетом это неподъемные расходы, а окупаемость остается под вопросом, так как пассажиропоток может не оправдать затрат в первые годы.

**Перспективы развития. Преимущества.** Несмотря на проблемы, БОТ обладает огромным потенциалом. Главное преимущество — повышение безопасности. По данным Всемирной организации здравоохранения, 90 % ДТП происходят из-за человеческого фактора: усталость, невнимательность или нарушение правил [4]. Автономные системы исключают эти риски, что может сократить число аварий на дорогах. Например, в Сингапуре тестовые беспилотные шаттлы за два года эксплуатации не допустили ни одного инцидента.

Экологичность — еще один плюс. Большинство проектов БОТ основаны на электромобилях, что снижает выбросы CO<sub>2</sub> и шумовое загрязнение.

В условиях глобальной борьбы с изменением климата это делает беспилотный транспорт приоритетным направлением.

Эффективность и доступность также впечатляют. БОТ может оптимизировать маршруты в реальном времени, избегая пробок, и обслуживать районы, где традиционный транспорт нерентабелен.

**Сценарии применения.** Перспективы включают несколько направлений. Первый сценарий — выделенные линии для беспилотных автобусов в крупных городах. Такие проекты уже работают в Сколково (Россия) [5] и Хельсинки (Финляндия), где автономные шаттлы курсируют по фиксированным маршрутам. Второй — микромобильность: небольшие шаттлы для доставки пассажиров от станций метро или вокзалов до жилых зон. Это решает проблему «последней мили», которая остается слабым местом традиционного транспорта.

Наконец, долгосрочная перспектива — полная замена личных автомобилей на автономные шаттлы, что сократит пробки и освободит парковочные места для зеленых зон.

**Влияние на города.** Интеграция БОТ изменит облик городов. Уменьшение числа личных машин разгрузит дороги и снизит потребность в многоуровневых парковках, что позволит создавать больше пешеходных зон и парков. По прогнозам урбанистов, к 2040 г. в городах с развитым БОТ доля личного транспорта может упасть на 30–40 %. Это улучшит качество воздуха и повысит уровень комфорта жителей.

**Выводы и рекомендации.** Интеграция беспилотного общественного транспорта сталкивается с множеством проблем, но ее потенциал делает эти усилия оправданными. Для успешного внедрения необходимо:

- создать пилотные зоны с современной инфраструктурой;
- разработать единые стандарты и законодательство;
- инвестировать в кибербезопасность и адаптацию технологий к сложным условиям;
- проводить кампании для повышения доверия общества.

БОТ способен стать основой транспортной системы будущего, обеспечивая безопасность, экологичность и доступность. Успех зависит от координации усилий государства, бизнеса и науки.

## Литература

- [1] *В США беспилотный автомобиль Uber насмерть сбил пешехода.* URL: <https://ria.ru/20191106/1560639919.html> (дата обращения 18.03.2025).
- [2] *Cybersecurity threats to autonomous vehicles: a systematic review of vulnerabilities and mitigation strategies.* URL: [https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2295674/v1\\_covered\\_10053c3a-2f5f-47ca-8b16-0ceeb3dd30ae.pdf](https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2295674/v1_covered_10053c3a-2f5f-47ca-8b16-0ceeb3dd30ae.pdf) (accessed 18.03.2025).
- [3] *Smart cities: digital solutions for a more livable future.* URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future> (accessed 18.03.2025).
- [4] *Road Traffic Injuries.* URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (accessed 18.03.2025).

- [5] «Ростелеком», «НАМИ» и Фонд «Сколково» запустили опытную зону беспилотного транспорта на сети 5G. URL: <https://ossetia.news/2021/11/02/rostelekom-nami-i-fond-skolkovo-zapustili-opytную-zonu-bespilotnogo-transporta-na-seti-5g/> (дата обращения 18.03.2025).

## Problems and prospects of organizing unmanned public transport in cities

Alexsey Viktorovich

mosolovav@student.bmstu.ru

Gagarin Yuriy Evgenievich

gagarin\_je@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article provides an overview of technologies and approaches aimed at solving the main problems of integrating unmanned public transport (UPT) into cities. In particular, technical challenges related to the reliability of sensors, cybersecurity and computing power are considered. An analysis of the current state of UPT implementation, as well as the prospects for its development in the coming years, is conducted, key obstacles that slow down the process are identified: infrastructure, public trust and legislation.*

**Keywords:** *unmanned public transport, autonomous control, artificial intelligence, cybersecurity*



УДК 004.93

## Сравнительный анализ методов восстановления текстур 3D-объектов по фотографиям

Иванов Алексей Сергеевич

ivanovas@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Данная статья представляет сравнение различных методов реконструкции текстур 3D-объектов, охватывающее классические подходы (фотограмметрия, прямое проецирование и многовидовая стереометрия), процедурные техники, методы на основе нейронных сетей (включая CNN/GAN, NeRF и Instant NGP) и гибридные подходы. Рассматриваются их преимущества, недостатки и применимость в реальных задачах.*

**Ключевые слова:** цифровизация, компьютерное зрение, фотограмметрия, искусственный интеллект, нейросети

**Введение.** Восстановление текстур 3D-объектов по изображениям — важная задача из области компьютерной графики и компьютерного зрения, применяемая в игровой индустрии, археологии, виртуальной реальности и т. д. С развитием технологий были сформированы несколько категорий методов: классические, процедурные, нейросетевые и гибридные, — каждый из которых отличается подходом к решению. Цель данной работы — сравнительный анализ этих методов по требованиям к данным, производительности, точности, вычислительным затратам и сложности реализации для определения оптимального решения.

**Обзор разработанных методов.** На данный момент в практике используются подходы к восстановлению текстур, которые можно разделить на 4 группы.

1. Классический подход. Использует реальные изображения для реконструкции текстур путем анализа геометрии и проекции данных на 3D-модель с использованием традиционных последовательных методов:

- фотограмметрия. Использует множество фотографий объекта, снятых с разных ракурсов, для восстановления как геометрии, так и текстур. Специальные алгоритмы (например, SfM) вычисляют положение камеры и проецируют текстуры на 3D-модель;

- прямая проекция. Текстуры напрямую проецируются на 3D-модель с использованием известных позиций камеры. Часто применяется после реконструкции геометрии;

- многовидовая стереометрия (MVS). Расширяет фотограмметрию (в частности, SfM), добавляя плотную реконструкцию поверхности и текстур на основе стереопар для обеспечения более высокой детализации в ущерб производительности.

Классические методы требуют множества изображений с перекрытием или готовой 3D-модели с текстурами, что делает их зависимыми от качества и объема данных [1]. Производительность зависит от объема обработки, но для большинства методов она низкая. Точность высокая при хороших условиях [2], но страдает от шумов или сложной геометрии. Затраты ресурсов могут быть высокими (особенно для MVS и фотограмметрии), хотя проекционное текстурирование менее требовательно. Реализация подхода упрощается готовыми инструментами (COLMAP, OpenMVS).

2. Процедурное текстурирование. Текстуры создаются алгоритмически на основе заданных правил или шумовых функций (например, шум Перлина), а не на основе изображений. Данный метод не является самостоятельным и обычно используется для устранения пробелов, полученных после применения других подходов. Производительность очень высокая благодаря алгоритмической генерации, создающей текстуры почти мгновенно [3]. Затраты ресурсов минимальны, так как вычисления просты и не требуют мощного оборудования. Сложность реализации зависит от устройства рассматриваемых 3D-объектов.

3. Нейросетевые методы. Машинное обучение применяется для предсказания как текстур и геометрии объектов. В эту группу включены:

- глубокое обучение CNN: заключается в глубоком обучении глубоких сверточных нейронных сетей (CNN), таких как U-Net или GAN, для предсказания текстур на основе ограниченного набора изображений;

- NeRF (Neural Radiance Fields): представляет сцену в виде непрерывной функции, предсказывая цвет и плотность для каждой точки пространства на основе угла обзора;

- Instant NGP: оптимизация NeRF, заменяющая большие нейронные сети преобразованием признаков в многоуровневую хеш-таблицу и ее обработку с помощью небольшой специализированной сети.

Нейросетевые методы требуют меньше изображений для генерации результата, но требуется подготовка большого набора данных для обучения [4]. Производительность варьируется: обучение обычно занимает долгое время, но оптимизированные версии вроде Instant NGP могут завершить его за секунды [5]. Точность очень высокая, особенно для сложных сцен и новых видов [6], хотя возможны присущие нейросетям артефакты. Затраты ресурсов высоки для обучения, но снижаются в Instant NGP. Реализация сложна, так как требует знаний в области машинного обучения.

4. Гибридные методы. Гибридные методы сочетают элементы классических, процедурных и нейросетевых подходов, например, используя фотограмметрию (MVS) для геометрии и нейросети (GAN) для текстур, заполняя пропуски процедурным текстурированием.

Требования к данным умеренные: нужны изображения, но меньше, чем для чистой фотограмметрии, с добавлением синтетических данных [7]. Ввиду сочетания нейросетевых и классических методов достигается средняя производительность. Точность потенциально более высокая и как минимум срав-

нима с нейросетевыми методами [8], хотя варьируется для разных данных. Реализация сложна из-за интеграции разных подходов, но упрощается готовыми фреймворками (например, MVSNeRF).

**Сравнение методов.** Сравнение рассмотренных выше подходов к восстановлению текстур 3D-объектов может быть представлено в виде следующей таблицы.

**Сравнение методов восстановления текстур 3D-объектов**

Подход	Требования к данным	Производительность	Точность	Затраты ресурсов	Сложность реализации
Классический	Множество изображений, параметры камеры	Низкая	Высокая	Средне-высокие	Средняя, есть готовые библиотеки
Процедурный	Только параметры генерации	Очень высокая	Низкая	Низкие	Средняя, зависит от модели
Нейросетевой	Несколько изображений для вывода, большие наборы для обучения	Средне-высокая (зависит от метода)	Очень высокая	Низкие (вывод), высокие (обучение)	Высокая, но есть готовые решения
Гибридный	Умеренные (изображения и синтетика для обучения)	Средняя	Высокая	Средние	Очень высокая, но есть готовые решения

**Заключение.** Сравнительный анализ методов восстановления текстур 3D-объектов по изображениям показал, что каждый подход обладает своими сильными и слабыми сторонами. Классические методы обеспечивают высокую точность при достаточном количестве данных, но требуют значительных ресурсов. Процедурные подходы не подходят для точной реконструкции реальных объектов, но хорошо дополняют другие подходы. Нейросетевые методы демонстрируют выдающуюся детализацию и перспективы оптимизации, хотя их реализация сложна. Гибридные методы предлагают сбалансированное решение для повышения качества и эффективности.

## Литература

- [1] Schönberger J.L., Frahm J.M. *Structure-from-motion revisited*. CVPR, 2016. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.445>
- [2] Чибуничев А.Г. *Фотограмметрия*. Москва, Изд-во МИИГАиК, 2022, 328 с.
- [3] Lagae A.A., Lefebvre S., Cook R. Survey of procedural noise functions. *Computer graphics forum*, 2010, vol. 29, no. 8, pp. 2579–2600.
- [4] Eigen D., Puhrsch C., Fergus R. Depth map prediction from a single image using a multi-scale deep network. *NIPS*, 2014, pp. 2366–2374.

- [5] Müller T., Evans A., Schied C. Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding. *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH)*, 2022, vol. 41, no. 4, art. no. 102.
- [6] Tewari A., Fried O., Thies J. State of the art on neural rendering. *Computer Graphics Forum (Eurographics)*, 2020, vol. 39, no. 2.
- [7] Wei X., Zhang Y., Li Z., Fu Y., Xue X. *DeepSfM: Structure from Motion via Deep Bundle Adjustment*. ECCV, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.09697>
- [8] Chen A., Xu Z., Zhao F. MVSNerF: Fast Generalizable Radiance Field Reconstruction from Multi-View Stereo. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2021, pp. 14124–14133.

## Comparative analysis of methods of 3D object texture reconstruction from photographs

Ivanov Alexey Sergeevich

ivanovas@student.bmstu.ru

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article presents a detailed comparison of various techniques for reconstructing textures of 3D objects, covering classical methods (photogrammetry, direct projection, and multi-view stereometry), procedural techniques, neural network-based approaches (including CNN/GAN, NeRF, and INGP), and hybrid methods. It evaluates their strengths, disadvantages, and practical applicability.*

**Keywords:** *digitalization, computer vision, photogrammetry, artificial intelligence, neural networks*

УДК 004.93

## Беспилотный общественный транспорт в городах: технологии автономного управления и обеспечения безопасности

Мосолов Алексей Викторович

mosolovav@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен обзор технологий, обеспечивающих функционирование беспилотного общественного транспорта (БОТ) в городской среде, с акцентом на автономные автобусы полной автономности (SAE 5). Рассмотрены ключевые компоненты их работы: сенсорные системы (LiDAR, радары, камеры), искусственный интеллект, системы связи V2X и механизмы маршрутизации. Особое внимание уделено системам безопасности, включая многоуровневое восприятие, резервные механизмы и кибербезопасность. Проанализированы текущие вызовы внедрения — надежность в сложных условиях, инфраструктурные ограничения и высокая стоимость. Приведены перспективы развития БОТ как основы будущей городской мобильности.*

**Ключевые слова:** беспилотный общественный транспорт, автономное управление, искусственный интеллект, кибербезопасность

**Введение.** Современные города сталкиваются с нарастающими вызовами транспортной инфраструктуры: пробки, загрязнение воздуха и частые дорожно-транспортные происшествия становятся все более острыми проблемами. В этом контексте беспилотный общественный транспорт (БОТ), представленный автономными автобусами, открывает новые возможности для создания безопасной, эффективной и экологически чистой системы передвижения. Эти автобусы функционируют без человеческого управления, опираясь на передовые технологии для самостоятельной навигации и обеспечения надежности.

**Как работают автономные автобусы.** Автономные автобусы, соответствующие уровню SAE 5 (полная автономность без человеческого вмешательства), используют сложную экосистему технологий для самостоятельного управления и адаптации к городской среде. Их работа основана на следующих компонентах.

**Сенсорные системы.** Автономные автобусы оснащены набором сенсоров, которые обеспечивают 360-градусное восприятие окружающей среды:

- LiDAR (Light Detection and Ranging): лазерные сканеры создают детализированные 3D-карты, обнаруживая объекты на расстоянии до 120 метров с точностью до нескольких сантиметров [1]. LiDAR критически важен для распознавания препятствий и построения маршрутов;

- радар: радиолокационные системы эффективны в условиях плохой видимости, таких как дождь, снег или туман, обнаруживая объекты на расстоянии до 160 метров [2]. Они дополняют LiDAR в сложных погодных условиях;

- камеры: высококачественные камеры распознают дорожные знаки, светофоры, пешеходов и разметку, обеспечивая визуальную информацию для ИИ [1];
- ультразвуковые сенсоры: используются для ближнего диапазона (до 5–10 м), например при парковке или маневрировании в узких пространствах [1];
- GPS и цифровые карты: обеспечивают точное позиционирование и базовую навигацию по маршруту.

Эти сенсоры работают в синергии, создавая полную картину окружающей среды, что позволяет автобусу адаптироваться к динамическим условиям.

**Искусственный интеллект и машинное обучение.** ИИ является «мозгом» автономного автобуса. Он обрабатывает данные от сенсоров в реальном времени, анализирует их и принимает решения. Например, алгоритмы могут предсказать траекторию движения пешехода или автомобиля и скорректировать маршрут, чтобы избежать столкновения [3]. Машинное обучение позволяет системе улучшаться с течением времени, обучаясь на новых сценариях. Например, если автобус сталкивается с необычным препятствием, он записывает данные, которые затем используются для оптимизации будущих реакций [3].

**Системы связи V2X.** Технология Vehicle-to-Everything (V2X) обеспечивает связь автобуса с другими транспортными средствами, инфраструктурой (например, «умными» светофорами) и даже пешеходами через сети 5G [5]. Это позволяет получать информацию о пробках, изменениях маршрута или сигналах светофоров в реальном времени, повышая эффективность и безопасность. Например, автобус может заранее замедлиться, зная, что светофор впереди скоро станет красным [5].

**Автономное управление и маршрутизация.** Система управления объединяет данные от сенсоров и ИИ для выполнения всех функций: ускорения, торможения, поворотов и остановок. Автобусы следуют заранее запрограммированным маршрутам с фиксированными остановками, но благодаря ИИ могут адаптироваться к неожиданным ситуациям, таким как объезд препятствий или изменение скорости в зависимости от трафика [4]. Отсутствие возможности управления человеком означает, что все решения принимаются автоматически, что требует высокой надежности системы.

**Системы безопасности автономных автобусов.** Безопасность автономных автобусов без человеческого контроля — это ключевая задача, учитывая их использование в общественном транспорте с большим числом пассажиров. Для этого применяются многоуровневые системы:

**Многоуровневое восприятие.** Комбинация LiDAR, радаров, камер и ультразвуковых сенсоров создает надежную систему обнаружения объектов. Если один тип сенсоров (например, камеры) ограничен из-за тумана, радар продолжает обеспечивать данные, что минимизирует риск ошибок [1]. Эта избыточность критически важна для работы без человеческого вмешательства.

**Принятие решений ИИ.** ИИ анализирует данные сенсоров и принимает решения за доли секунды. Например, если пешеход внезапно выходит на дорогу, система может мгновенно затормозить или изменить траекторию [3]. Скорость реакции ИИ (0,02–0,1 секунды) значительно превосходит челове-

скую (0,7–1,5 секунды), что повышает безопасность [3]. Однако в нестандартных ситуациях, таких как сложные погодные условия, надежность ИИ остается предметом исследований.

**Редундантные системы.** Для критических компонентов, таких как тормоза, рулевое управление и электропитание, используются резервные системы. Если основной сенсор или модуль выходит из строя, дублирующий элемент берет управление на себя, предотвращая аварии. Это особенно важно, так как отсутствие человека исключает возможность ручного вмешательства.

**Системы экстренного торможения.** Автобусы оснащены автоматическими системами экстренного торможения (АЕВ), которые активируются при обнаружении угрозы столкновения. Тесты показывают, что АЕВ может остановить автобус в пределах безопасных пределов замедления для пассажиров, хотя в экстремальных случаях это может быть менее комфортно.

**Кибербезопасность.** Поскольку автономные автобусы зависят от программного обеспечения и связи V2X, они уязвимы к хакерским атакам. Для защиты используются шифрование данных, многофакторная аутентификация и изоляция внутрисалонных сетей (IVN). Исследования подчеркивают важность этих мер для предотвращения несанкционированного доступа.

**Заключение.** Автономные автобусы без возможности управления человеком представляют собой сложную систему, объединяющую сенсоры, ИИ, V2X и многоуровневые системы безопасности. Они способны воспринимать окружающую среду, принимать решения и адаптироваться к изменениям с высокой степенью надежности. Такие технологии, как LiDAR, радары и ИИ, обеспечивают их работу, а резервные системы и кибербезопасность гарантируют безопасность пассажиров.

Однако остаются вызовы: надежность в плохую погоду, высокая стоимость и необходимость развитой инфраструктуры. Для массового внедрения требуется дальнейшее развитие технологий и стандартов. Автономные автобусы обладают потенциалом стать основой общественного транспорта будущего, обеспечивая безопасность и эффективность городской мобильности.

## Литература

- [1] *Автономные автобусы в общественном транспорте: будущее без водителя.* URL: <https://www.sustainable-bus.com/its/autonomous-bus-public-transport-driverless-driverless/> (дата обращения 22.03.2025).
- [2] *Автономные автобусы для общественного транспорта: плюсы и минусы.* URL: <https://roboticsbiz.com/autonomous-buses-for-public-transport-pros-and-cons/> (дата обращения 22.03.2025).
- [3] *Автономные автобусы: намерения использования, опыт пассажиров и предложения по улучшению.* URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847820305921> (дата обращения 22.03.2025).
- [4] *Самоуправляемые автобусы: взгляд на автономное будущее.* URL: <https://www.sengerio.com/blog/self-driving-buses-a-peek-at-an-autonomous-future/> (дата обращения 22.03.2025).
- [5] *Автономные автобусы.* URL: <https://www.lileesystems.com/autonomous-vehicles/> (дата обращения 22.03.2025).

## Unmanned public transport in cities: autonomous control and safety technologies

Alexsey Viktorovich

mosolovav@student.bmstu.ru

Gagarin Yuriy Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article reviews technologies enabling the operation of unmanned public transport (UPT) in urban environments, focusing on fully autonomous buses (SAE Level 5). Key components of their functionality are examined: sensor systems (LiDAR, radar, cameras), artificial intelligence, V2X communication systems, and routing mechanisms. Special attention is given to safety systems, including multi-level perception, redundant mechanisms, and cybersecurity. Current challenges to implementation — reliability in complex conditions, infrastructure constraints, and high costs — are analyzed. Prospects for the development of UPT as a foundation for future urban mobility are outlined.*

**Keywords:** *unmanned public transport, autonomous control, artificial intelligence, cybersecurity*



УДК 004.8

## Создание интеллектуальной системы для определения авторства текста с использованием методов статистического анализа

Мельникова Софья Алексеевна melnikovasa@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена интеллектуальная система для определения авторства текста, основанная на методе Дельты, который отличается простотой и высокой точностью благодаря частотному анализу слов. Система включает клиентскую часть для загрузки текста и серверную, выполняющую анализ с помощью PyDelta и Flask. Датасет составлен из произведений русских авторов. Тестирование показало точность модели около 96,7 %, что подтверждает ее эффективность. Система поддерживает тексты на разных языках, генерируя результаты на выбранном языке.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, авторство текста, метод Дельты, частотный анализ, PyDelta, датасет, точность модели, текстовый анализ

С ростом объема текстовой информации в современном информационном обществе, охватывающем все сферы от научных исследований до новостных публикаций, возникает критическая потребность в эффективных методах обработки и анализа текстов. В связи с этим особенно актуальной становится задача разработки интеллектуальных систем анализа текста, способных автоматически определять авторство статей и обеспечивать высокую эффективность обработки текстового контента.

Существует множество подходов к определению авторства текста, которые анализируют различные языковые характеристики: методы определения авторства текста включают статистические, метрические, машинного обучения, стилометрические, сетевые и гибридные подходы. Статистические методы основаны на частотном анализе слов, лексических и синтаксических признаков. Метрические методы, такие как Дельта и косинусное сходство, сравнивают текст с корпусом известных авторов. Методы машинного обучения используют N-граммы, классификаторы (Naive Bayes, SVM, Random Forest) и нейронные сети для анализа стиля. Силометрические методы исследуют пунктуацию, синтаксис и применяют PCA для выявления уникальных признаков. Сетевые подходы строят графы, связывая слова в узлы, или применяют сетевой анализ для изучения структур текста. Гибридные методы комбинируют различные подходы для повышения точности определения авторства [1].

Метод Дельты выделяется простотой и точностью благодаря частотному анализу слов, что делает его устойчивым к шуму. Он обеспечивает интерпретируемые результаты без сложных моделей машинного обучения. Поэтому

данный метод был выбран для создания интеллектуальной системы по определению авторства текста.

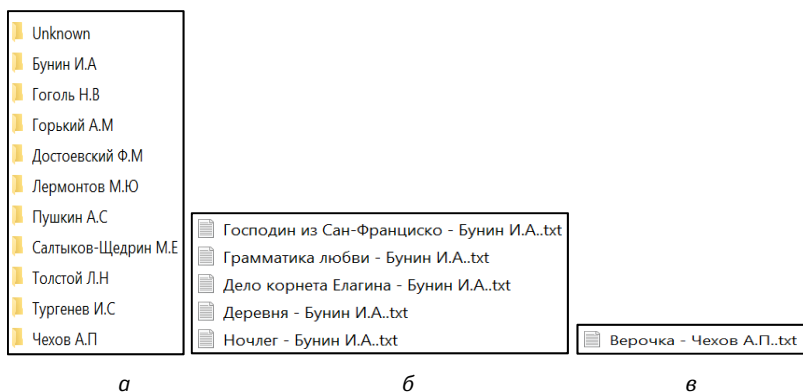
Разработка системы включает несколько этапов:

- создание общей архитектуры системы: создание основных компонентов системы, описание их взаимодействия, составление клиент-серверной модели и использование интернет-протоколов [2];
- исследование и выбор составляющих библиотеки PyDelta;
- подготовка данных: нахождение набора данных.

Система состоит из клиентской и серверной частей. Клиентская часть — это десктопное приложение с интуитивно понятным интерфейсом, позволяющее загружать текст вручную или из файла. Она взаимодействует с пользователем, собирает информацию и выполняет локальные вычисления. Серверная часть обрабатывает текст с помощью метода Дельты, используя библиотеку PyDelta и Flask для создания REST API, возвращает результат с указанием предполагаемого автора и уровня уверенности. Для взаимодействия клиента и сервера используются протоколы HTTP/HTTPS, REST API и формат JSON. Такая архитектура позволяет выполнять мощные вычисления на сервере, обеспечивая точный и безопасный анализ текстов [3].

Для разработки системы были выбраны следующие составляющие библиотеки PyDelta: *delta.cluster*, *delta.corpus*, *delta.deltas*, *delta.experiments*, *delta.features*, *delta.graphics* и *delta.util* [4].

Датасет был составлен самостоятельно. Все произведения в датасете представлены на русском языке. Датасет состоит из одной большой папки Authorship, внутри которой находится 11 папок, 10 из которых относятся к каждому автору из датасета. В каждой из этих 10 папок находится по 5 произведений в файлах формата txt. В последней папке Unknown находится единственный файл формата txt, в котором содержится введенный пользователем текст, для которого пользователь хочет определить автора. Структура набора данных представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Общая структура работы:

*а* — содержимое папки Unknown; *б* — содержимое папки Бунин И.А.

Обученная модель была протестирована на тестовой выборке, что подтвердило ее способность точно определять автора текста и качественно анализировать его характеристики. Модель демонстрирует высокую производительность, показывая процентное соотношение принадлежности текста к различным авторам из выборки и генерируя результаты анализа, что подтверждает ее эффективность для решения задач определения авторства.

Результат выполнения функции можно увидеть на рис. 2. Большим преимуществом модели является то, что она способна работать с любыми языками и генерировать результаты анализа текста на выбранном пользователе языке. Однако интерфейс приложения все же реализован на английском языке.

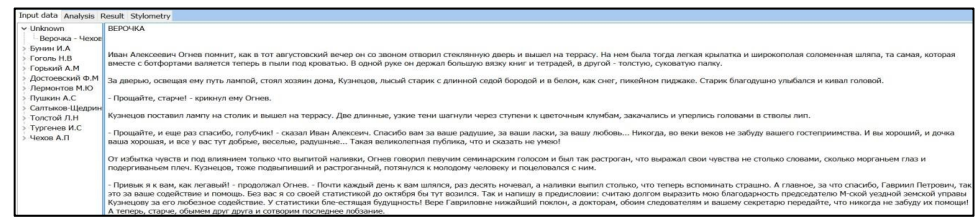


Рис. 2. Введенный текст, автора которого необходимо определить (произведение Чехова А.П. — «Верочка») и обучающая выборка из текстов (Бунин И.А., Гоголя Н.В., Горького А.М., Достоевского Ф.М., Лермонтова М.Ю., Пушкина А.С., Салтыкова-Щедрина М.Е., Толстого Л.Н., Тургенева И.С. и Чехова А.П.)

Input data	Analysis	Result	Stylometry
Верочка - Чехов	Верочка - Чехов	Верочка - Чехов	Верочка - Чехов
Бунин И.А.	Бунин И.А.	Бунин И.А.	Бунин И.А.
Гоголь Н.В.	Гоголь Н.В.	Гоголь Н.В.	Гоголь Н.В.
Горький А.М.	Горький А.М.	Горький А.М.	Горький А.М.
Достоевский Ф.М.	Достоевский Ф.М.	Достоевский Ф.М.	Достоевский Ф.М.
Лермонтов М.Ю.	Лермонтов М.Ю.	Лермонтов М.Ю.	Лермонтов М.Ю.
Пушкин А.С.	Пушкин А.С.	Пушкин А.С.	Пушкин А.С.
Салтыков-Щедрин	Салтыков-Щедрин	Салтыков-Щедрин	Салтыков-Щедрин
Толстой Л.Н.	Толстой Л.Н.	Толстой Л.Н.	Толстой Л.Н.
Тургенев И.С.	Тургенев И.С.	Тургенев И.С.	Тургенев И.С.
Чехов А.П.	Чехов А.П.	Чехов А.П.	Чехов А.П.

Рис. 3. Анализ введенного текста

Input data	Analysis	Result	Stylometry
Author	Probability	Description	Words
Чехов А.П	99%	Most likely	102405
Толстой Л.Н	18%	Hardly	155852
Тургенев И.С	14%	Hardly	89224
Лермонтов М.Ю	5%	Hardly	111529
Салтыков-Щедрин	5%	Hardly	93783
Горький А.М	4%	Hardly	81007
Бунин И.А	4%	Hardly	58582
Пушкин А.С	4%	Hardly	57583
Гоголь Н.В	3%	Hardly	74210
Достоевский Ф.М	3%	Hardly	97892

Рис. 4. Результат работы модели

Input data Analysis Result Stylometry		
Толстой Л.Н.		
Phrase	Count	Other Authors use
такой степени сумасбродства что иногда быстро оглядываясь в противоположную сторону надеясь враспл 2	2	0
сказал я — я ваш сын ваш Карл — и она бросилась в мои объятия	2	0
благодетель дай мне в последний раз свое благословение и да совершится воля божия	2	0
дело без Машки не идет хор ничего не стоит не правда ли	2	0
скобками обозначен текст зачеркнутый Л Н Толстым а квадратными скобками — редакторский	2	0
чувствую себя слишком некрасивым и старым чтобы претендовать на эту честь	2	0

Рис. 5. СтилOMETрические характеристики введенного текста

Метод Дельты оценивается с помощью метрик, таких как точность (Ассигасу), которая показывает долю правильно классифицированных текстов. Высокая точность свидетельствует об эффективности модели. Основные показатели включают TP (истинные положительные), TN (истинные отрицательные), FP (ложные положительные) и FN (ложные отрицательные) результаты, которые используются для расчета точности [5].

Модель продемонстрировала точность около 96,7 %, что подтверждает ее высокую эффективность в определении авторства текста. Особенно выдающиеся результаты наблюдаются у Достоевского и Бунина, в то время как Гоголь и Чехов требуют дополнительных корректировок для улучшения точности.

## Литература

- [1] Бессмертный И.А. *Искусственный интеллект*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2010, 132 с.
- [2] Павлов С.Н. *Системы искусственного интеллекта. Часть 1*. Томск, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011, 176 с.
- [3] Павлов С.Н. *Системы искусственного интеллекта. Часть 2*. Томск, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011, 194 с.
- [4] Мельникова С.А., Белов Ю.С. Использование метода Дельты для определения авторства текста. *Technical and Natural Science (Технические и Естественные науки): сб. ст.* Санкт-Петербург, ГНИИ «Нацразвитие», 2024.
- [5] Галушкин А.И. *Нейронные сети: основы теории*. Москва, Горячая линия-Телеком, 2017, 496 с.

## Creation of an intelligent system for determining the authorship of a text using statistical analysis methods

Melnikova Sofya Alekseevna

melnikovasa@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article considers an intelligent system for determining the authorship of a text based on the Delta method, which is simple and highly accurate due to the frequency analysis of words. The system includes a client part for loading text and a server part that performs analysis using PyDelta and Flask. The dataset consists of works by Russian authors. Testing showed the accuracy of the model to be about 96.7 %, which confirms its effectiveness. The system supports texts in different languages, generating results in the selected language.*

**Keywords:** intelligent system, text authorship, Delta method, frequency analysis, PyDelta, dataset, model accuracy, text analysis

УДК 004.942

## Использование технологий виртуальной реальности для психотерапии и релаксации

Костромина Полина Алексеевна

kostrominapa@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено использование технологий виртуальной реальности (VR) в области психотерапии и релаксации. Изучены направления использования VR в лечении фобий, тревожных расстройств, посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), а также в целях релаксации и снятия стресса. Особое внимание уделено возможности моделирования виртуальных сред без применения аппаратных устройств (шлемов, контроллеров и пр.), что позволяет использовать VR-эффекты на базе Python. Целью исследования является оценка потенциала VR-технологий в психотерапевтической практике и обсуждение перспектив их дальнейшего применения.*

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, VR, психотерапия, релаксация, стресс, экспозиционная терапия, иммерсивные технологии

В современном обществе высоких скоростей и постоянных стрессов возрастает потребность в эффективных методах психотерапии и релаксации. Одной из передовых технологий, получивших широкое распространение в последние годы, является виртуальная реальность (VR) — система, создающая ощущение присутствия в искусственной среде. В современную эпоху технологического прогресса виртуальная реальность открывает широкие перспективы для применения в медицине и психологии. Технологии VR позволяют моделировать различные ситуации, управлять ими и отслеживать реакцию пациентов в режиме реального времени, что особенно важно при работе с тревожными расстройствами и фобиями. Исследования показывают, что VR может быть успешно применена в психотерапии, облегчая симптомы тревожных расстройств, ПТСР и депрессии, а также способствуя снижению уровня стресса и напряжения [1].

Наиболее изученной областью применения VR является лечение фобий с помощью экспозиционной терапии. Пациент взаимодействует с пугающим стимулом в контролируемой виртуальной среде, что способствует снижению страха. VR позволяет моделировать контролируемые ситуации, что делает ее эффективной при лечении фобий, тревожных состояний и ПТСР [2]. Например, пациент с аэрофобией может пройти курс виртуальных полетов в безопасной обстановке, что постепенно снижает уровень страха. Аналогично VR используется для экспозиционной терапии, в том числе для людей с посттравматическими расстройствами, которым сложно погружаться в реальные триггерные ситуации. С помощью VR-технологий терапевт может гибко регулировать уровень сложности или интенсивности виртуальной среды,

например, меняя степень «опасности» или добавляя различные стимулы, чтобы адаптировать сессию к индивидуальным особенностям пациента.

Когнитивно-поведенческая терапия (КПТ) также может быть усилена за счет VR, поскольку терапевт получает инструменты для наглядной демонстрации и отработки новых поведенческих стратегий в условиях, максимально приближенных к реальности. Так, для клиентов с социальной тревожностью можно моделировать различные социальные сценарии (собеседование, публичное выступление), а для пациентов с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) — безопасно воспроизводить элементы травматического опыта с целью постепенной десенсибилизации [3].

Технологии VR активно применяются для создания успокаивающих, медитативных пространств, таких как леса, пляжи, горные пейзажи. Пользователи могут погружаться в такие иммерсивные среды для снижения тревожности и достижения состояния релаксации. Элементы звуков природы, направленного дыхания, визуализация света и воды способствуют ментальному восстановлению. Программы с элементами дыхательных упражнений, звуков природы и мягкой визуализации активно внедряются в клиническую практику и применяются в домашних условиях. Такая среда способствует снижению уровня стресса за счет формирования ощущения присутствия в безопасном месте, что особенно полезно для людей, которым по разным причинам сложно достичь состояния расслабленности в обычных условиях [4].

Для эффективной интеграции VR-технологий в психотерапевтическую практику требуется соответствующее техническое оснащение, включая высокопроизводительные компьютеры, шлемы виртуальной реальности, датчики движения и системы отслеживания положения тела [5]. Помимо этого, важно обучать специалистов навыкам работы с VR-системами и проведению терапевтических протоколов, учитывая особенности каждого клиента.

Несмотря на то, что классические VR-системы часто ассоциируются с использованием специальных шлемов и контроллеров, существует более «легкий» подход к иммерсивности. Виртуальное пространство может отображаться на обычном мониторе, а иммерсивный эффект достигается за счет визуальных и аудиостимулов, корректно настроенной перспективы и интерактивных элементов. Такой подход не требует приобретения дорогостоящего оборудования и позволяет проводить «виртуальные путешествия» или терапевтические сессии практически на любом компьютере.

В рамках исследования предлагается реализация VR-эффектов средствами Python без шлемов и контроллеров: с использованием графических библиотек для создания трехмерных сцен и звуковых сопровождений. Такой подход позволяет использовать технологию в домашних условиях. Использование VR на Python делает технологию доступной: не требуется дорогое оборудование, сессии могут проводиться на любом компьютере. Это открывает возможности для телемедицины, удаленной психотерапии и личной релаксации.

Результаты современных исследований указывают на высокую эффективность VR-технологий в уменьшении уровня тревожности, работе с фобиями,

снижении стресса и реабилитации пациентов с психическими травмами [6]. Ожидается, что дальнейшее совершенствование аппаратного и программного обеспечения сделает VR-терапию более доступной, гибкой и персонализированной.

Таким образом, виртуальная реальность становится мощным инструментом для психотерапии и релаксации, позволяя специалистам расширить арсенал методов воздействия и повысить эффективность лечения. Однако внедрение VR-технологий требует комплексного подхода, учета индивидуальных особенностей пациентов и соблюдения этических норм, что будет способствовать дальнейшему развитию этого перспективного направления.

### Литература

- [1] Аксенова Е.И., Горбатов С.Ю. *Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении*. Москва, ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2021, 6 с.
- [2] Мурашко А.А. Возможности применения виртуальной реальности в психиатрии. *Социальная и клиническая психиатрия*, 2021, т. 31, № 2, 2 с.
- [3] Дилгул М., Мартинес Ж., Лаксман Н. Применение когнитивно-поведенческой терапии в формате виртуальной реальности при различных психических состояниях: систематический обзор. *Consortium Psychiatricum*, 2020, т. 1, № 1, 10 с.
- [4] Селиванов В.В., Капустина В.Ю. *Методы виртуальной реальности в современной психологии*. Смоленск, Изд-во СмолГУ, 2020, 215 с.
- [5] Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженин А.В. *Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2018, 59 с.
- [6] Розанов И.А. *Медицинский путеводитель по виртуальной реальности*. Москва, Издательские решения, 2024, 289 с.

### Using virtual reality technologies for psychotherapy and relaxation

Kostromina Polina Alekseevna

kostrominapa@student.bmstu.ru

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The described study examines the use of virtual reality (VR) technologies in the field of psychotherapy and relaxation. It explores how VR can be applied to treat phobias, anxiety disorders, and post-traumatic stress disorder (PTSD), as well as how it can be utilized for relaxation and stress relief. Particular attention is paid to the possibility of modeling virtual environments without the use of hardware devices (headsets, controllers, etc.), which enables the implementation of VR effects using Python. The aim of the research is to assess the potential of VR technologies in psychotherapeutic practice and to discuss prospects for their further application.*

**Keywords:** virtual reality, VR, psychotherapy, relaxation, stress, exposure therapy, immersive technologies



УДК 004.8

## Нейронная сеть для создания музыкальных композиций на основе условного вариационного автоэнкодера

Золотарев Артем Максимович

zolotarevam@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено использование условного вариационного автоэнкодера (CVAE) для генерации оригинальных музыкальных композиций. Обсуждаются архитектурные особенности модели, включая кодировщик и декодировщик, которые используют методы репараметризации и блоки ResNet для улучшения обучения. Оценка точности модели выполняется с помощью KL-дивергенции, что позволяет отслеживать качество генерации музыки. Цель работы — исследовать возможности CVAE в музыке и обозначить направления для будущих исследований.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, музыка, условный вариационный автоэнкодер

В последние годы искусственный интеллект все активнее проникает в мир искусства, в том числе и в музыкальную сферу. Одним из интересных направлений является использование нейронных сетей для создания оригинальных музыкальных композиций. В данной статье рассмотрим условный вариационный автоэнкодер как мощный инструмент для генерации музыки.

**Разработка архитектуры.** Пусть  $x$  и  $z$  обозначают наблюдение и скрытую переменную. Сеть кодировщика определяет апостериорное распределение  $q(z|x)$  для скрытого представления  $z$  на основе наблюдения  $x$ .

Сеть декодера вычисляет распределение  $p(x|z)$ , используя скрытую выборку  $z$  как входные данные. Скрытое распределение  $p(z)$  моделируется стандартным нормальным распределением Гаусса. Для получения выборки  $z$  в процессе обучения извлекаем значения из скрытого распределения, заданного кодировщиком, что создает проблему для обратного распространения [1].

Чтобы решить эту проблему, применяется метод репараметризации:  $z$  аппроксимируется по формуле 1:

$$z = \mu + \sigma \odot \epsilon, \quad (1)$$

где  $\mu$  и  $\sigma$  — параметры, полученные от декодера;  $\epsilon$  — случайный шум из нормального распределения. Это позволяет передавать градиенты в кодировщик через  $\mu$  и  $\sigma$ , сохраняя стохастичность через  $\epsilon$  [2].

Для построения вариационного автокодировщика будет использован блок ResNet, который помогает предотвратить затухание градиентов в глубоких нейронных сетях [3].

Архитектура кодировщика изображена на рис. 1.

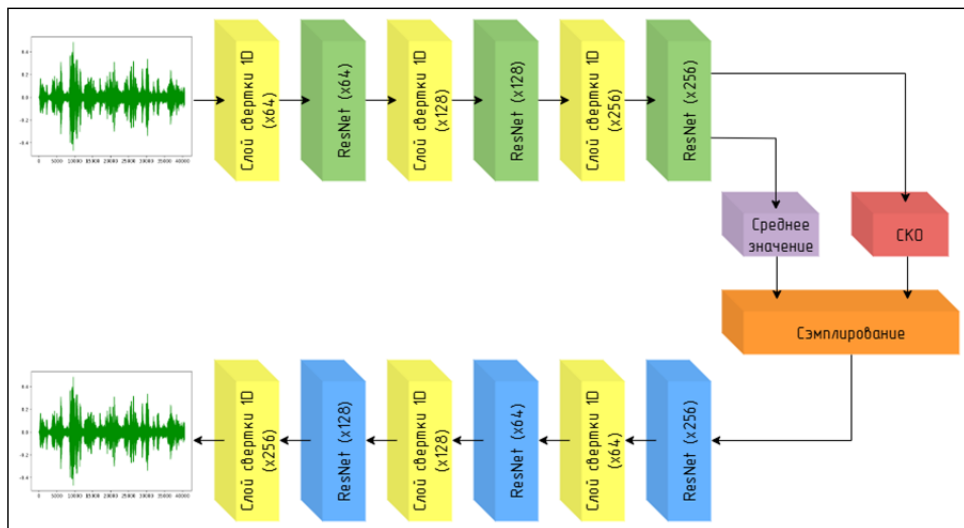


Рис. 1. Архитектура сверточного автокодировщика

Кодировщик начинается с входного слоя, принимающего данные размером (1, 150000), после чего следуют несколько слоев 1D свертки с увеличением числа фильтров, а также блоки ResNet для обработки данных. Эти слои последовательно уменьшают размерность и формируют скрытое представление, завершающееся полносвязным слоем.

Декодировщик принимает скрытые представления и сначала изменяет их форму, после чего последовательно используются блоки ResNet и транспонированные слои свертки 1D. Эти слои применяются для восстановления исходных данных, постепенно увеличивая размерность, и завершаются слоем с 90001 выходными фильтрами для получения окончательного результата.

**Оценка точности работы модели.** Для оценки точности созданного автокодировщика применялась дивергенция Кульбака — Лейблера (KL-дивергенция), которая показывает, насколько хорошо распределение вероятностей  $Q$  приближает распределение вероятностей  $P$ . Это достигается путем измерения кросс-энтропии с вычитанием энтропии.

В процессе обучения вариационного автоэнкодера кодировщик нацелен на изучение простого распределения  $Q(z|X)$ , максимально соответствующего реальному распределению  $P(z|X)$ . В данной работе KL-дивергенция используется для выявления различий между этими двумя распределениями (2). Таким образом, основной задачей функции VAE становится минимизация компонента KL-дивергенции [4].

$$DKL[Q(z|X)||P(z|X)] = E[ \log Q(z|X) - \log P(z|X) ] \quad (2)$$

На рис. 2 изображен график зависимости KL-дивергенции от эпохи обучения для классической музыки.

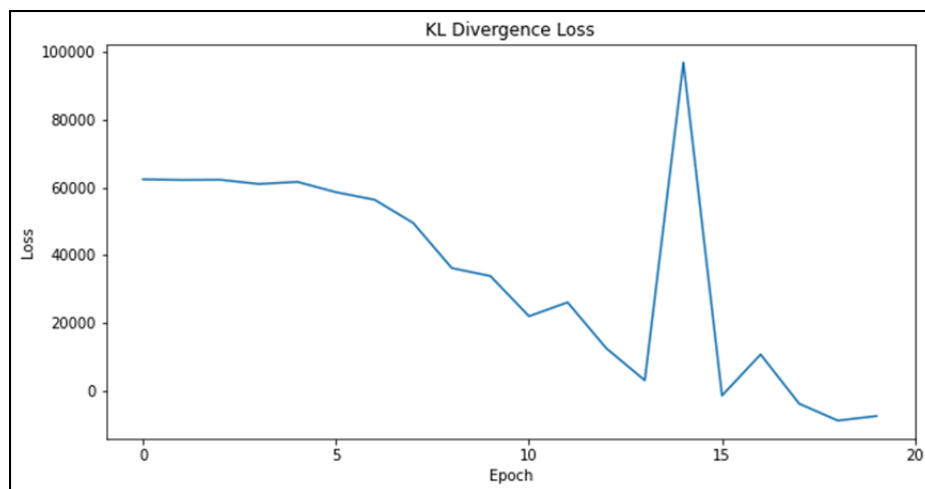


Рис. 2. График зависимости значений KL-дивергенции от эпохи обучения

График зависимости KL-дивергенции от числа эпох обучения подтверждает наличие четкой тенденции к снижению значений KL-дивергенции по мере продвижения обучения. Это говорит о том, что модель последовательно улучшает свои характеристики и все более точно воссоздает вероятностные распределения, что, в свою очередь, ведет к более качественной генерации музыки. Тем не менее, несмотря на эти положительные результаты, авторы столкнулись с проблемой присутствия низкочастотных шумов и искажений в конечных музыкальных произведениях. Это указывает на необходимость дальнейших доработок, как в архитектуре сети, так и в методах обработки и фильтрации аудиосигналов, чтобы минимизировать влияние нежелательных артефактов.

Авторы уверены, что дальнейшие улучшения и настройки архитектуры могут привести к значительным успехам в нейросетевой музыке и вдохновить будущие исследования, которые будут продолжать развивать и улучшать эту технологию.

## Литература

- [1] Cao B., Fukumori T., Yamashita Y. Multi-Instruments Music Generation Based on Chord Input. *IEEE 12th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, 2023, pp. 1082–1083.
- [2] Choi K., Hawthorne C., Simon I. Encoding musical style with transformer autoencoders. *International Conference on Machine Learning*, 2020, arXiv:1912.05537v2, pp. 1899–1908.
- [3] Subramani K., Rao P., D’Hooge A. Vapar Synth — A Variational Parametric Model for Audio Synthesis. *ICASSP 2020 — 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2020, arXiv:2004.00001v1, pp. 796–800.
- [4] Asperti A., Trentin M. Balancing Reconstruction Error and Kullback — Leibler Divergence in Variational Autoencoders. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 199440–199448.

## Neural network for music composition generation based on conditional variational autoencoder

Zolotarev Artem Maximovich

zolotarevam@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article discusses the use of a conditional variational autoencoder (CVAE) for generating original musical compositions. It addresses the architectural features of the model, including the encoder and decoder, which employ reparameterization techniques and ResNet blocks to enhance training. The model's accuracy is evaluated using KL-divergence, allowing for monitoring of the quality of music generation. The aim of the work is to explore the capabilities of VAE in music and outline directions for future research.*

**Keywords:** *neural networks, music, conditional variational autoencoder*

УДК 004.9

## Этапы жизненного цикла разработки игрового мобильного приложения

Карельский Михаил Константинович

m-care-sky@yandex.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены ключевые этапы проектирования мобильной игры, включая формирование концепции, разработку геймплея, дизайн, программирование, тестирование, запуск и пост-релизную поддержку. Представлены основные аспекты каждого этапа. Показано, что успешная разработка требует комплексного подхода, баланса между креативностью и технической оптимизацией, а также адаптации к обратной связи пользователей. Сделан вывод, что соблюдение данных этапов позволяет создавать качественные и востребованные игровые продукты, которые можно применять как в коммерческих, так и в независимых проектах для достижения устойчивого интереса аудитории.*

**Ключевые слова:** разработка игр, мобильные приложения, геймдизайн, игровой рынок

Проектирование мобильной игры представляет собой сложный и многоступенчатый процесс, требующий глубокого анализа, творческого подхода и технической реализации. Каждый этап разработки играет важную роль в создании конечного продукта, который должен быть не только увлекательным, но и соответствовать ожиданиям целевой аудитории, а также современным стандартам игровой индустрии.

На начальном этапе формируется идея и концепция игры. Это фундамент, на котором строится весь дальнейший процесс. На данном этапе необходимо определить жанр игры, целевую аудиторию, ключевые особенности и уникальные элементы, которые выделяют продукт среди конкурентов. Важно также провести анализ рынка, изучить существующие игры в выбранной нише и выявить тренды, которые могут повлиять на успех проекта. Концепция игры должна быть четко сформулирована, чтобы служить ориентиром для всех последующих этапов разработки [1].

Следующим шагом является проектирование геймплея, который является основой игрового опыта. На этом этапе разрабатываются механики взаимодействия игрока с игровым миром. Если игра предполагает наличие сюжета, необходимо продумать его развитие, ключевые события и персонажей. Особое внимание уделяется балансировке уровней сложности, чтобы игра оставалась интересной как для новичков, так и для опытных игроков. Параллельно рассматриваются вопросы монетизации, такие как платные версии, внутриигровые покупки или реклама, которые должны быть органично интегрированы в игровой процесс.

После определения основных механик и сценария происходит переход к разработке дизайна. Этот этап включает создание визуальной составляющей и проектирование пользовательского интерфейса. Выбор художественного стиля (2D, 3D, пиксель-арт и т. д.) должен соответствовать общей концепции игры и предпочтениям целевой аудитории. Анимации персонажей и объектов, а также звуковое сопровождение, включая музыку и звуковые эффекты, играют важную роль в создании атмосферы. Интерфейс должен быть интуитивно понятным и удобным, чтобы игрок мог легко ориентироваться в меню и управлять процессом.

Техническая реализация игры начинается с программирования. На этом этапе выбирается подходящий игровой движок, например Unity, Unreal Engine или Godot, и разрабатывается код, который обеспечивает работу всех элементов игры. Программисты интегрируют графику, звук, механики и системы монетизации, а также оптимизируют игру для различных устройств. Важно учитывать особенности каждой платформы, чтобы обеспечить стабильную работу игры на разных системах.

После завершения разработки проводится тестирование, которое позволяет выявить и устранить ошибки. Функциональное тестирование направлено на проверку работы всех элементов игры, включая механики, интерфейс и системы взаимодействия. Балансировка игрового процесса обеспечивает справедливость и увлекательность, а юзабилити-тестирование оценивает удобство управления и навигации. Особое внимание уделяется тестированию на различных устройствах, чтобы убедиться в стабильности и производительности игры [2].

Запуск игры сопровождается активной маркетинговой кампанией, направленной на привлечение аудитории. Публикация в магазинах приложений, таких как Google Play и App Store, требует подготовки описания, скриншотов и видеороликов, которые демонстрируют ключевые особенности игры. Продвижение через социальные сети, рекламные кампании и сотрудничество с блогерами помогает увеличить охват и привлечь первых пользователей. Сбор обратной связи от игроков позволяет выявить слабые места и внести необходимые улучшения [3].

После запуска игры важно продолжать ее поддержку и развитие. Регулярные обновления, включающие исправление ошибок, добавление нового контента и улучшение существующих функций, помогают удерживать интерес аудитории. Взаимодействие с сообществом игроков и анализ их отзывов позволяют адаптировать игру под изменяющиеся потребности и предпочтения пользователей [4].

В заключение следует отметить, что проектирование мобильной игры — это сложный и многогранный процесс, требующий слаженной работы команды специалистов. Успех игры зависит не только от оригинальной идеи, но и от качества ее реализации, удобства и соответствия ожиданиям аудитории. Соблюдение всех этапов разработки позволяет создать продукт, который будет востребован на рынке и принесет удовольствие игрокам.

## Литература

- [1] *Mobile game development process: a step-by-step guide*. URL: <https://www.techcults.com/mobile-game-development-process/> (accessed 09.02.2025).
- [2] *Mobile app development process steps: all stages revealed*. URL: <https://www.cleveroad.com/blog/app-development-process/> (accessed 09.02.2025).
- [3] *The complete guide to mobile game development for entrepreneurs*. URL: <https://techjournal.org/a-complete-guide-to-mobile-game-development> (accessed 09.02.2025).
- [4] *The mobile game development process from concept to launch*. URL: <https://nextbigtechnology.com/the-mobile-game-development-process-from-concept-to-launch/> (accessed 09.02.2025).

## Stages of the mobile game application development lifecycle

**Karelsky Mikhail Konstantinovich**    m-care-sky@yandex.ru

**Belov Yuri Sergeevich**                ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The key stages of mobile game design are examined, including concept development, gameplay design, visual design, programming, testing, launch, and post-release support. The main aspects of each stage are presented. It is demonstrated that successful development requires a comprehensive approach, balancing creativity with technical optimization, and adapting to user feedback. The conclusion is drawn that following these stages enables the creation of high-quality, in-demand game products applicable to both commercial and independent projects for sustaining audience engagement.*

**Keywords:** *game development, mobile applications, game design, game market*

УДК 004.89

## Применение технологии Super Resolution в генеративных нейросетевых моделях

Захаров Евгений Андреевич

zakharovea@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено применение технологии Super Resolution для повышения производительности генеративных нейросетевых моделей за счет снижения вычислительной мощности и требований к оперативной и видеопамяти, которые достигаются работой с изображениями в низком разрешении, с дальнейшим восстановлением исходного разрешения или даже его увеличением за счет рассматриваемой технологии. Обращено внимание не только на преимущества технологии, но и на недостатки и ограничения. Также выполнено сравнение с классическими upscaling алгоритмами.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, super resolution, повышение качества, MTCNN, EDSR, BSRGAN, upscaling

В последние годы генерация изображений с помощью нейросетевых моделей стремительно развивается — от реалистичных портретов до сложных сцен, полностью созданных искусственным интеллектом. При этом высокий уровень детализации и разрешения по-прежнему остается одной из главных проблем в этой области. Создание изображений в высоком качестве требует колоссальных вычислительных ресурсов и времени. Одним из инструментов, который помогает решить эту проблему, является технология Super Resolution.

Super Resolution (SR) — это технология, которая позволяет увеличивать разрешение изображения, восстанавливая недостающие детали [1]. Для этого используются либо несколько кадров с разным качеством, либо специальные алгоритмы, которые «достраивают» изображение, опираясь на ранее изученные закономерности.

Один из успешных методов Super Resolution — EDSR [2]. Он основан на упрощенной архитектуре ResNet. Также в EDSR применяются специальные слои, которые помогают стабилизировать процесс масштабирования изображения и получать более четкий результат.

Другой подход реализован в модели BSRGAN: изображение сначала намеренно ухудшают — размывают, уменьшают, добавляют шумы [3]. Это нужно, чтобы обучить нейросеть «разбирать» такие искажения и восстанавливать изображение в исходном качестве. Такой метод особенно полезен при работе с реальными изображениями, которые часто содержат артефакты и потери качества.

Пример работы технологии представлен на рис. 1, сначала с помощью MTCNN обнаруживается и вырезается лицо, затем уменьшается в компактный вид, а потом с помощью super resolution восстанавливается обратно [4].



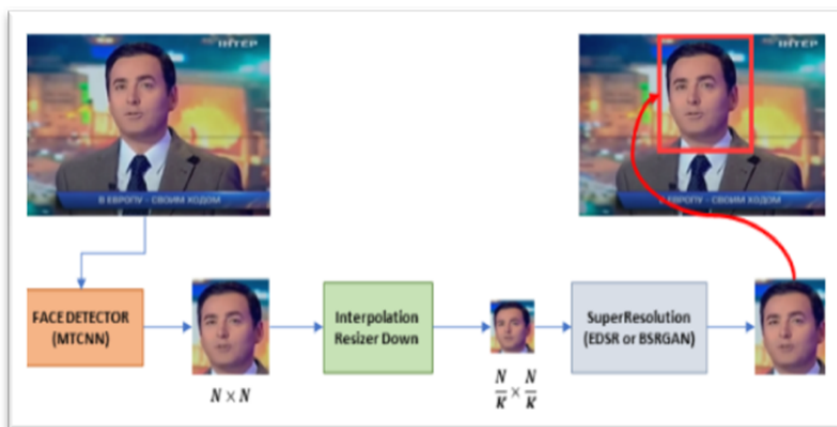


Рис. 1. Пример использования Super Resolution

Применить технологию для повышения производительности нейросетевых моделей можно как при генерации изображений, так и при обучении. Вместо того чтобы обучать модель сразу на высоких разрешениях можно заставить ее работать с уменьшенными изображениями, а затем улучшать их с помощью SR. Такой подход имеет следующие преимущества: генерация происходит быстрее, так как обработка меньших изображений требует меньше ресурсов, уменьшаются требования к видео- и оперативной памяти. Например, популярная модель Stable Diffusion для генерации изображений из текста использует SR для повышения производительности [5].

Несмотря на очевидные преимущества, Super Resolution не является идеальным решением и имеет ряд ограничений. В некоторых случаях SR может снижать реалистичность изображения, добавлять артефакты или работать недостаточно эффективно.

SR-модели работают на основе интерполяции и предсказания деталей, которых нет в исходном изображении. Это значит, что SR может угадывать текстуру кожи, ткани или фона не всегда правильно, а в сложных текстурах (волосы, мех, трава) иногда возникают искусственные артефакты. Большинство SR-моделей при сильном масштабировании создают проблемы (рис. 2).



Рис. 2. Артефакты при использовании SR с высоким фактором масштабирования

Технология SR, по сути, решают ту же задачу, что классические алгоритмы upscaling — увеличение разрешения изображения. Классические upscaling алгоритмы, такие как Bicubic, Lanczos или Nearest Neighbor, просто интерполирует пиксели, заполняя недостающую информацию математическими методами. Он работает быстро и не требует больших вычислительных мощностей, но его главный недостаток — отсутствие реального улучшения качества. При сильном увеличении изображение становится размытым, а детали теряются.

Super Resolution использует нейросетевые алгоритмы, которые не просто растягивают изображение, а пытаются «восстановить» недостающие детали. Такие модели обучаются на тысячах изображений и умеют предсказывать текстуры, добавлять четкость и устранять артефакты. Это делает SR особенно полезным для генерации изображений, deepfake-видео и реставрации фото. Однако SR требует значительно больше вычислительных ресурсов и иногда может добавлять искусственные артефакты, если модель неправильно интерпретирует изображение.

Итак, Super Resolution — мощный инструмент для увеличения разрешения изображений, который помогает снизить затраты на генерацию и обучение нейросетей. Он ускоряет обработку и уменьшает требования к ресурсам, но не лишен недостатков: может создавать артефакты и требовать больших вычислительных мощностей.

## Литература

- [1] Dong C., Loy C. Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks. *Computer Vision and Pattern Recognition*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1501.00092>
- [2] Wang X., Xie L., Dong C., Shan Y. Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data. *Image and Video Processing*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10833>
- [3] Zhang K., Liang J. Designing a Practical Degradation Model for Deep Blind Image Super-Resolution. *Image and Video Processing*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.14006>
- [4] Alessandro D., Caldelli R. Exploring Strengths and Weaknesses of Super-Resolution Attack in Deepfake Detection. *Computer Vision and Pattern Recognition*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.04205>
- [5] Yang T., Wu R. Pixel-Aware Stable Diffusion for Realistic Image Super-resolution and Personalized Stylization. *Computer Vision and Pattern Recognition*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.14469>

## Using super resolution technology in generative neural network models

**Zakharov Evgeniy Andreevich**

zakharovea@student.bmstu.ru

**Belov Yuri Sergeevich**

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This paper explores the application of super resolution technology to enhance the performance of generative neural network models by reducing computational power and minimizing RAM and VRAM requirements. This is achieved by working with lower-resolution images, which are subsequently restored or even upscaled to their original resolution using the discussed technology. The paper highlights both the benefits and limitations of this approach, while also providing a comparison with traditional upscaling algorithms.*

**Keywords:** *artificial intelligence, machine learning, deep learning, super resolution, quality enhancement, MTCNN, EDSR, BSRGAN, upscaling*

УДК 004.932.2

## Генерация навигационного графа на основе прямолинейного скелета помещения

Котенко Никита Алексеевич

nikita\_kot2@mail.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена задача генерации оптимального графа на основе схемы помещения для поиска маршрутов на интерактивной карте. Представлен алгоритм, использующий метод Straight Skeleton для формирования скелета помещения, с выделением ключевых точек и их последующей фильтрацией. Предложен метод формирования ребер графа с проверкой на пересечение с контуром помещения и оптимизацией соединений через удаление ребер с неоптимальными углами. Сделаны выводы, что полученный граф позволяет эффективно вычислять кратчайшие пути, близкие к реальным маршрутам, при минимальных требованиях к памяти.*

**Ключевые слова:** навигационный граф, алгоритм, straight skeleton, medial axis, оптимальный маршрут

Навигационный граф — структура, моделирующая набор возможных маршрутов внутри помещения или любого другого пространства, для которого есть необходимость анализа и поиска кратчайших путей или любых других задач, связанных с графами [1]. Каждая вершина имеет координаты по  $OX$  и  $OY$ . Ребра соединяют вершины между собой и могут иметь предустановленный вес.

В основе алгоритма составления подобного графа лежат методы для построения скелета помещения, из которого далее будут выделяться ключевые точки и проводиться ребра графа. Среди наиболее популярных методов можно выделить два основных: Medial Axis (медиальная ось) и Straight Skeleton (прямолинейный скелет).

Medial Axis можно рассматривать как отдельное определение — набор точек, имеющих более одной ближайшей точки на контуре геометрического объекта, т. е. для каждой точки медиальной оси можно построить окружность определенного радиуса, и она будет касаться внешнего контура в двух и более точках. Таким образом, получается топологический скелет, который определяет форму и сохраняет основные детали геометрической фигуры [2].

Straight Skeleton сильно схож с Medial Axis, но имеет отличие в использовании преимущественно прямых отрезков в своей основе, в то время как медиальная ось может включать в себя параболические кривые. Именно данное различие повлияло на выбор прямолинейного скелета в качестве основы для рассматриваемого алгоритма, так как такой формат позволит проще определять ключевые точки [3].

Перед выполнением шагов алгоритма необходимо предобработать схему помещения. Нужно убрать лишние детали, которые могут помешать опреде-

лить контур и скелет помещения, и преобразовать схему в изображение. Важно, чтобы оно было оригинального разрешения, чтобы полученные координаты вершин графа корректно наложились при загрузке в интерактивную карту.

Далее следуют шаги по вычислению скелета и контура помещения. Данные алгоритмы реализованы в математических пакетах языка программирования Python, поэтому для построения прямолинейного скелета и контура использовались функция *skeletonize* библиотеки *skimage.morphology* и *findContours* из OpenCV соответственно. Важно также при определении контура использовать в функции параметр *RETR\_TREE* для получения иерархии контуров и далее объединить эту иерархию в единый полный контур помещения. На выходе получим бинарную матрицу, которая показывает, есть ли точка скелета или контура для конкретного пикселя изображения.

Далее предстоит выделить ключевые точки скелета, которые станут вершинами графа. Допустим, что для точек прямолинейного скелета (в виде бинарной матрицы) применим 8-связный шаблон, т. е. пиксель считается связанным с другим, если является соседом как по горизонтали, так и по диагонали матрицы.

Выделяемые ключевые точки можно поделить на три типа:

- листья — в качестве соседа имеют только одну точку. Обычно представляют собой переходы в кабинеты, лестницы, лифты и т. д.;
- узлы — в качестве соседей имеют три и более точек, т. е. являются разветвляющимися точками;
- точки изгиба — с них начинается изгиб отрезков прямолинейного скелета, т. е. для этих точек применим формат шаблона, при котором они имеют одного горизонтального соседа и при этом одного соседа по диагонали, что отражает положение точки на углу (не 90 и 180°) соединения двух отрезков скелета [2].

Так как количество точек после их поиска на скелете может получиться огромным (особенно точек изгиба из-за неровности отрезков), то необходимо отфильтровать их относительно друг друга по расстоянию между собой. Было определено, что оптимально фильтровать каждый полученный набор точек по отдельности, листья относительно узлов и точки изгиба относительно набора узлов и листьев [4].

Так как приемлемое расстояние между точками может зависеть от разрешения изображения, то предусмотрено назначение минимальных допустимых расстояний в качестве констант. На выходе получаем три набора ключевых точек, для которых определены их координаты по *OX* и *OY*.

Следующим шагом алгоритма будет непосредственно формирование графа на основе ранее выделенных ключевых точек. Но сначала необходимо понять, как проводить ребра между вершинами.

Принцип формирования ребер между ключевыми точками, следующий: для каждой вершины проводятся аппроксимированные отрезки к другим ключевым точкам, и если данное ребро пересекает или проходит слишком

близко к полному контуру помещения, то это ребро не рассматривается. Все остальные ребра сохраняются и входят в сформированный граф [5]. Такой подход позволит соединять между собой только те точки, на пути которых нет преград.

Но полученный набор ребер все равно избыточен из-за множества перекрестных соединений или соединений под слишком острыми или тупыми углами. Самым оптимальным набором ребер можно считать такой набор, в котором соединения идут под  $\sim 45^\circ$ ,  $\sim 90^\circ$  и  $\sim 180^\circ$  [5].

Поэтому необходимо отфильтровать полученный набор ребер с учетом неоптимальных углов. Сделать это можно перебором всех ребер, вычислением углов между ними с помощью формулы косинуса угла между векторами и удалением тех соединений, которые проходят под некорректным углом [5]. Для этого также была выделена константа, определяющая «чувствительность» таких углов. Дальше остается только экспортировать сформированный граф в нужный формат (например, JSON) и использовать его для построения кратчайших путей на интерактивной карте [6].

## Литература

- [1] Wouter Cook IV, Kreveld M., Geraerts R. The explicit corridor map: a medial axis-based navigation mesh for multi-layered environments. *arXiv:1701.05141v1*, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1701.05141>
- [2] Tanase M., Veltkamp R. A Straight Skeleton Approximating the Medial Axis. *Lecture Notes in Computer Science*, 2004, pp. 809–821. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30140-0\\_71](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30140-0_71)
- [3] Biedl T., Held M., Huber S., Kaaser D., Palfrader P. A simple algorithm for computing positively weighted straight skeletons of monotone polygons. *Information Processing Letters*, 2014, 115 p. <https://doi.org/10.1016/j.ipl.2014.09.021>
- [4] Meijers M., Zlatanova S., Pfeifer N. 3D geoinformation indoors: Structuring for evacuation. *Proceedings of Next Generation 3D City Models*, 2005.
- [5] Clementini E., Pagliaro A. The Construction of a Network for Indoor Navigation. *Proceedings of the 6th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management GISTAM*, 2020, vol. 1, pp. 254–261. <https://doi.org/10.5220/0009488902540261>
- [6] Котенко Н.А., Белов Ю.С. Анализ архитектуры веб-приложения интерактивной карты университета. *Научные технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: сб. материалов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, с. 22–27.

## Generation of a navigation graph based on a straight skeleton of a room

Kotenko Nikita Alekseevich

nikita\_kot2@mail.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The problem of generating an optimal graph based on a room layout for finding routes on an interactive map is considered. An algorithm using the Straight Skeleton method to form the skeleton of a room is presented, with the selection of key points and their subsequent filtering. A method is proposed for forming graph edges with a check for intersection with the contour of the room and optimizing connections by removing edges with suboptimal angles. It is concluded that the resulting graph makes it possible to efficiently calculate shortest paths close to real routes with minimal memory requirements.*

**Keywords:** navigation graph, algorithm, straight skeleton, medial axis, optimal route

УДК 004.89

## Об эффективности применения стандартных и модифицированных слоев в сверточной нейронной сети

Трибусян Богдан

tribusyanb@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрены различные слои, которые могут использоваться в архитектуре разрабатываемой модели сверточной нейронной сети. Описаны основные преобразующие слои и их роль в уменьшении вычислительной нагрузки и повышении эффективности обучения моделей. Особое внимание уделено модифицированным слоям, которые позволяют оптимизировать свертки и снизить количество параметров модели.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, сверточная модель, преобразующие слои, модифицированные слои

В последнее десятилетие нейронные сети, как и их использование, стали крайне популярны. Рост производительности графических процессоров и стремление к автоматизации стали большим толчком к развитию искусственного интеллекта. Задачи, решаемые сегодня нейронными сетями, достаточно разнообразны и включают в себя следующие: распознавание лиц, генерация текста, обнаружение объектов, машинный перевод, распознавание речи и голосовых команд. Для эффективного решения этих задач применяются сложные архитектуры нейронных сетей, каждая из которых обладает своими особенностями и используется в определенных сценариях.

Одной из популярных и часто используемых архитектур является архитектура сверточной нейронной сети. Основным слоем данной архитектуры является сверточный слой, а главной операцией в данном слое — свертка, где каждый пиксель изображения умножается на ядро свертки [1].

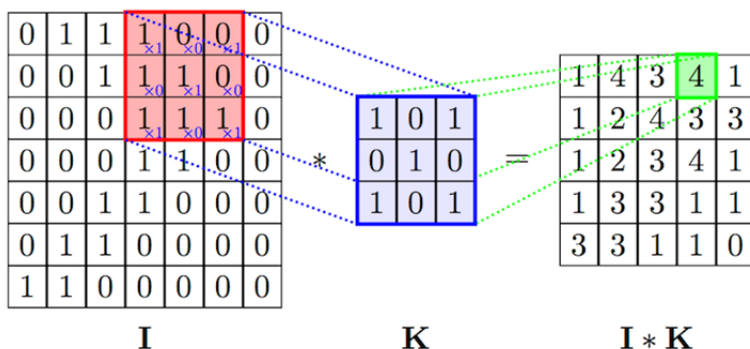


Рис. 1. Операция свертки



Изначально матрица ядра свертки (фильтра) задается случайным образом, дальше в процессе обучения модели веса будут обновляться путем использования обратного распространения ошибки и оптимизатора. При указании параметра «padding» в сверточном слое на выходе будет получена матрица такого же размера, однако такое подходит не для всех задач и вычислительных мощностей.

Рассмотрим некоторые популярные преобразующие слои, использующиеся в сверточных нейросетях: MaxPooling, UpSampling, BatchNormalization и Dropout.

Слой MaxPooling и UpSampling позволяют уменьшить и увеличить размер матрицы изображения для уменьшения нагрузки и ускорения обучения. Предварительно размер матрицы задается в параметрах слоя. Слой MaxPooling берет максимальное число из участка исходного изображения, что способствует уменьшению размерности и улучшению обработки признаков.

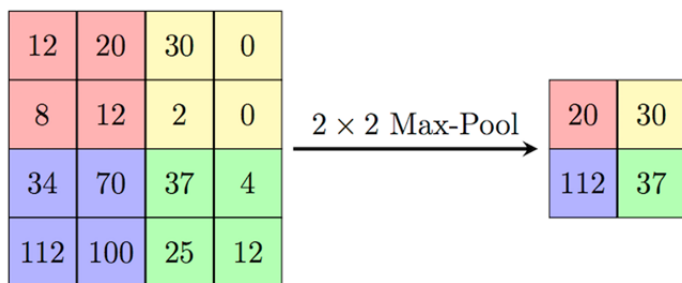


Рис. 2. Операция MaxPooling

Слой UpSampling является обратным слоем MaxPooling, он увеличивает размерности матрицы (изображения) путем дублирования пикселей или интерполяции.

Слой BatchNormalization — это слой, который нормализует выходы слоя на основе статистик из мини-батча. Это помогает ускорить обучение и улучшить сходимость модели. Выполняет две операции: нормализация, а также масштабирование и смещение.

Слой Dropout — это регуляризационный слой, который случайным образом «выключает» определенные нейроны на каждом шаге обучения, чтобы избежать переобучения и повысить обобщающие способности модели.

Рассмотрим модифицированные слои, используемые в сверточных нейросетях: Dilated Convolution, Depthwise Separable Convolution и Grouped Convolution.

Слой Dilated Convolution (расширенная свертка) — модифицированный вариант обычного сверточного слоя. Основное отличие заключается в том, что стандартный фильтр свертки фиксированного размера, а в данной модификации между значениями фильтра вставляются промежутки.

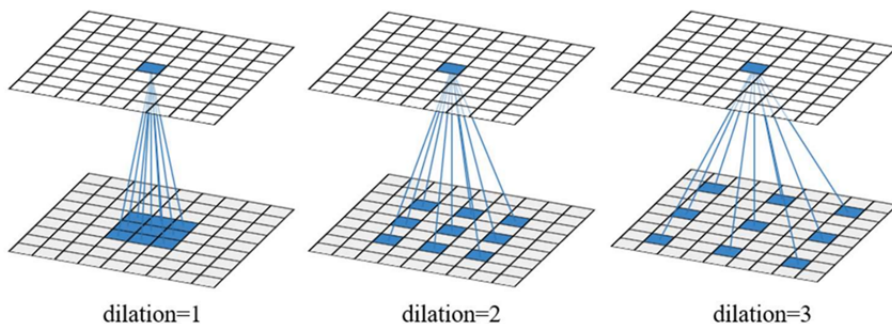


Рис. 1. Расширенная свертка с шагом 1, 2, 3

Преимуществами использования данного слоя являются расширение поля восприятия без увеличения параметров и возможность захвата признаков в разных масштабах. К недостаткам можно отнести увеличение вычислительных затрат. Используется в таких известных моделях, как WaveNet [2] и DeepLab [3].

Слой Depthwise Separable Convolution (разделенная свертка по глубине) — это способ снижения вычислительных затрат, который разделяет обычную свертку на два этапа: сначала выполняется свертка по каждому каналу (глубинам) отдельно, а затем комбинируются результаты. Эта техника значительно снижает количество параметров и вычислительных затрат.

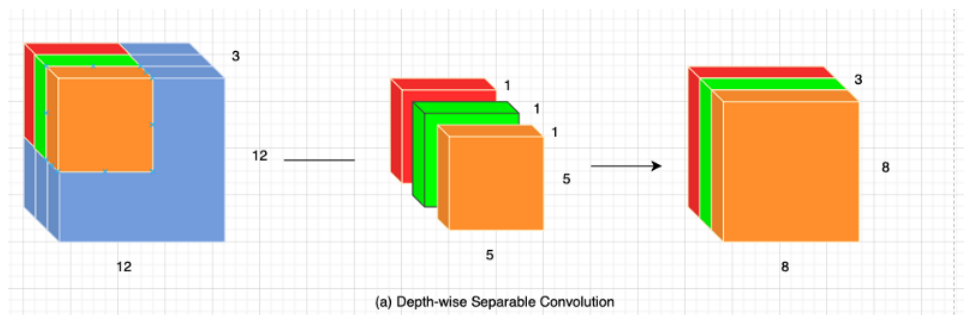


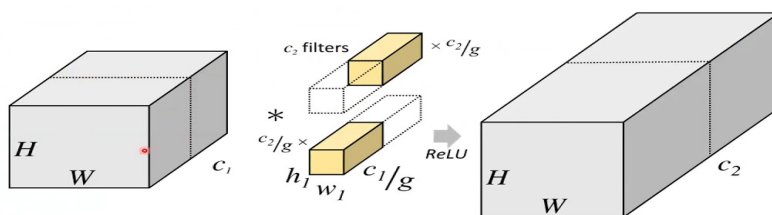
Рис. 4. Разделенная по глубине свертка

Итоговый тензор имеет размеры в данном случае меньше, чем при использовании обычного сверточного слоя. Помимо этого, существует еще один вариант данного слоя: Pointwise Convolution. Его особенностью является дополнительная операция свертки размеров  $1 \times 1$ , для объединения выходов со всех каналов. Это фактически выполняет операцию слияния информации между каналами. Основным преимуществом использования данного слоя является значительное сокращение числа параметров по сравнению с обычной

сверткой, что крайне полезно для мобильных и встроенных систем. Этот подход применяется в известных моделях, таких как MobileNetV2 [4] и Xception [5].

Групповая свертка Grouped Convolution — это метод, при котором каналы входных данных делятся на несколько групп, и свертка выполняется только внутри каждой группы. Это позволяет уменьшить количество вычислений и параметров, особенно в сетях с большим количеством каналов.

## Grouped Convolution



A convolutional layer with 2 filter groups. Note that each of the filters in the grouped convolutional layer is now exactly half the depth, i.e. half the parameters and half the compute as the original filter.

Figure from <https://blog.yani.io/filter-group-tutorial/>

Рис. 5. Групповая свертка

Входной тензор делится на несколько групп и к каждой группе отдельно применяется свертка. Далее результаты обратно объединяются обратно в результирующий тензор. Данный подход позволяет снизить вычислительную мощность и уменьшить число параметров, сохраняя при этом высокую способность извлекать параметры. Применяется в популярных архитектурах нейронных сетей, включая AlexNet [6] и Inception [7].

Таким образом, в работе рассмотрены различные слои, которые можно использовать в архитектуре сверточной нейронной сети. Правильный выбор и комбинация этих слоев позволяют строить мощные и эффективные архитектуры нейросетей, адаптированные под конкретные задачи — от обработки изображений и видео до работы с временными рядами и генеративными моделями. Современные исследования продолжают совершенствовать методы обработки данных в нейронных сетях, открывая новые возможности для создания еще более производительных и точных моделей.

## Литература

- [1] Ghosh A., Sufian A., Sultana F., Chakrabarti A. Fundamental Concepts of Convolutional neural network. *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things. Intelligent Systems Reference Library*, Springer, Cham, 2020, vol. 172. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_36)

- [2] Oord A., Dieleman S., Zen H., Simonyan K., Vinyals O., Graves A., Kalchbrenner N., Senior A., Kavukcuoglu K. WaveNet: a generative model for raw audio. *Sound*, 2016. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1609.03499>
- [3] Chen L.-Ch., Papandreou G., Kokkinos I., Murphy K., Yuille A. DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets, Atrous Convolution, and Fully Connected CRFs. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2016, arXiv:1606.00915v2, 10 p.
- [4] Sandler M., Howard A., Zhu M., Zhmoginov A., Chen L.-Ch. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2018, pp. 4510–4520. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00474>
- [5] Chollet F. Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions. *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017, pp. 1800–1807. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.195>
- [6] Singh I., Goyal G., Chandel A. Alexnet Architecture Based Convolutional Neural Network for Toxic Comments Classification. *Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences*, 2022, 34 p. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.06.007>
- [7] Ouyang H., Zeng J., Leng L. Inception Convolution and Feature Fusion for Person Search. *Sensors*, 2023, vol. 23, art. no. 1984. <https://doi.org/10.3390/s23041984>

## On the effectiveness of using standard and modified layers in a convolutional neural network

**Tribusyan Bogdan**

[tribusyanb@student.bmstu.ru](mailto:tribusyanb@student.bmstu.ru)

**Belov Yuri Sergeevich**

[ysbelov@bmstu.ru](mailto:ysbelov@bmstu.ru)

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*In this paper, we consider various layers that can be used in the architecture of the developed convolutional neural network model. The main transformative layers and their role in reducing computational load and improving model learning efficiency are described. Special attention is paid to the modified layers, which make it possible to optimize convolutions and reduce the number of model parameters.*

**Keywords:** *neural network, convolutional model, transformative layers, modified layers*

УДК 004.89

## Методики построения графов зависимостей в программных системах с микросервисной архитектурой

Дроздов Дмитрий Сергеевич

dmtr636@gmail.com

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены современные методики построения графов зависимостей в программных системах, реализованных с использованием микросервисной архитектуры. Проведен анализ подходов, включающих статический и динамический анализ, а также применение эвристических и гибридных методов для выявления взаимосвязей между компонентами системы. Особое внимание уделено преимуществам и ограничениям каждого подхода, включая вопросы масштабируемости, точности и адаптивности в условиях постоянно меняющихся систем. Кроме того, описаны перспективы применения больших языковых моделей для автоматизации построения графов зависимостей, их интеграции в процессы разработки и оптимизации архитектурных решений.*

**Ключевые слова:** микросервисная архитектура, граф зависимостей, статический анализ, динамический анализ, большие языковые модели, моделирование взаимодействий

В современном мире разработки программных систем микросервисная архитектура занимает центральное место благодаря своей гибкости, масштабируемости и возможности независимого обновления компонентов. Одной из ключевых проблем при работе с микросервисами является обеспечение прозрачности и контроля над взаимосвязями между компонентами. Методики построения графов зависимостей играют важную роль в этом контексте, позволяя разработчикам и исследователям визуализировать, анализировать и оптимизировать взаимодействия внутри распределенных систем.

Статический анализ, как правило, базируется на изучении исходного кода и архитектурных описаний системы. Такой подход позволяет выявить зависимости между сервисами на этапе компиляции или сборки, однако он сталкивается с ограничениями при наличии динамических аспектов системы.

Например, когда сервисы взаимодействуют через асинхронные сообщения или динамически изменяемые интерфейсы, традиционные методы могут упустить существенные зависимости [1]. При этом статический анализ часто обеспечивает высокую скорость обработки, но уступает в точности, поскольку не всегда способен учесть поведение системы в runtime. С другой стороны, динамический анализ, основанный на мониторинге системы в реальном времени, позволяет получать данные о фактических взаимодействиях между компонентами. Такой метод демонстрирует высокую степень точности, однако его реализация требует значительных вычислительных ресурсов и может влиять на производительность системы в условиях эксплуатации [2].

Одной из актуальных тенденций является использование гибридных методик, объединяющих преимущества статического и динамического подходов. Данные методы позволяют компенсировать недостатки каждого из подходов за счет интеграции статического анализа с данными, полученными в ходе эксплуатации системы. Например, использование трассировки вызовов и анализа логов в сочетании с алгоритмами машинного обучения позволяет не только выявлять зависимости, но и прогнозировать возможные точки отказа или узкие места в архитектуре. Такой подход требует наличия инфраструктуры для сбора, хранения и обработки большого объема данных, а также разработки алгоритмов, способных эффективно объединять информацию из различных источников.

При рассмотрении преимуществ и недостатков описанных методик можно отметить, что статический анализ обеспечивает оперативное получение информации о зависимостях на ранних стадиях разработки, что важно для планирования и проектирования архитектуры. Однако его основные ограничения связаны с неспособностью учитывать динамические изменения и особенности эксплуатации системы. Динамический анализ, напротив, позволяет наблюдать за реальными потоками данных и изменениями в системе, что повышает точность моделирования, но зачастую требует сложной инфраструктуры и увеличивает затраты на вычислительные ресурсы. Гибридные методики, сочетая сильные стороны обоих подходов, представляют наибольший интерес для исследователей, так как они позволяют создавать более полные и адаптивные модели, способные учитывать как статические, так и динамические аспекты функционирования микросервисных систем.

Новые возможности открываются с применением больших языковых моделей (LLM) в области анализа графов зависимостей [3]. Технологии, основанные на нейронных сетях, способны обрабатывать и интерпретировать неструктурированные данные, такие как комментарии к коду, документация и даже данные из систем мониторинга. LLM позволяют автоматизировать процессы построения графов, анализируя большие объемы текстовой информации и выявляя скрытые взаимосвязи, которые могут быть упущены традиционными алгоритмами. Применение таких моделей позволяет повысить качество прогнозирования изменений в архитектуре, что особенно актуально в условиях быстрого развития и масштабирования современных систем.

При использовании больших языковых моделей важным аспектом является их интеграция в существующие процессы разработки. Одним из направлений является автоматическая генерация описаний зависимостей и предупреждений о потенциальных точках отказа. Такой подход требует предварительной адаптации моделей к специфике предметной области и обучения на большом количестве релевантных данных. Современные исследования демонстрируют, что при правильной настройке и обучении, LLM способны значительно повысить качество и оперативность выявления сложных взаимосвязей между микросервисами [4].

Разработчики отмечают, что комбинированный подход, сочетающий статический анализ исходного кода и динамическое отслеживание поведения

системы, позволяет не только оптимизировать существующую архитектуру, но и своевременно выявлять потенциальные проблемы при изменении бизнес-логики или масштабировании системы. Такой подход продемонстрировал свою эффективность при проведении тестовых внедрений в условиях реальной эксплуатации, где наблюдались существенные улучшения в показателях отказоустойчивости и скорости реакции на возникающие сбои [5].

Сравнительный анализ различных методик показывает, что выбор конкретного подхода зависит от специфики разрабатываемой системы и требований к надежности и масштабируемости. В системах, где изменения происходят нечасто и архитектура достаточно статична, преимущество отдается методам статического анализа. В динамично развивающихся системах, где активное использование асинхронных коммуникаций и событийно-ориентированных взаимодействий требует постоянного обновления данных, более эффективным оказывается динамический анализ. Гибридные решения, позволяющие учитывать оба типа информации, становятся оптимальным выбором для компаний, стремящихся к высокой адаптивности и устойчивости своих ИТ-инфраструктур.

Современные языковые модели, такие как GPT и LLama, показали свою эффективность в задачах обработки естественного языка, анализа текста и генерации описаний. Их применение в области программной инженерии позволяет автоматизировать процессы анализа кода, выявлять сложные паттерны взаимодействия между компонентами и даже прогнозировать возможные изменения в архитектуре при внесении новых функциональных требований. Одним из примеров является использование модели для анализа комментариев в репозиториях исходного кода, что позволяет автоматически формировать предварительные графы зависимостей и выявлять потенциальные проблемы до их возникновения в процессе эксплуатации.

Применение LLM имеет и ряд ограничений. Во-первых, такие модели требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения и эксплуатации. Во-вторых, высокая сложность моделей затрудняет интерпретацию полученных результатов, что требует дополнительной доработки алгоритмов для повышения прозрачности выводов. Наконец, необходимо учитывать, что результаты работы языковых моделей во многом зависят от качества обучающих данных, а недостаточное представление специфики микросервисной архитектуры может привести к некорректным выводам. Несмотря на эти недостатки, перспективы применения LLM в данной области остаются весьма многообещающими, так как они способны существенно сократить время на анализ и оптимизацию архитектурных решений.

## Литература

- [1] Cerny T., Taibi D. Static analysis tools in the era of cloud-native systems. *4th International Conference on Microservices*, arXiv:2205.08527v1, 2022.
- [2] Maruf A.Al., Bakhtin A., Cerny T., Taibi D. Using microservice telemetry data for system dynamic analysis. *IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE)*, arXiv:2207.02776v1, 2022.

- [3] Fan A., Gokkaya B., Harman M. Large language models for software engineering: Survey and open problems. *IEEE/ACM International Conference on Software Engineering: Future of Software Engineering*, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.03533>
- [4] Luo S., Xu H., Lu C. An in-depth study of microservice call graph and runtime performance. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 2022, vol. 33, no. 12, pp. 3901–3914.
- [5] Косов С.Г., Кальянов Л.В. Разработка и тестирование приложений с микросервисной архитектурой. *Форум молодых ученых*, 2019, № 4 (32), с. 567–571.

## Methods for constructing dependency graphs in software systems with microservice architecture

Drozdov Dmitry Sergeevich

dmtr636@gmail.com

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article discusses modern methodologies for constructing dependency graphs in software systems implemented with microservice architecture. It provides an analysis of approaches, including static and dynamic analysis as well as heuristic and hybrid methods to reveal interconnections between system components. Special attention is paid to the advantages and limitations of each approach, including issues of scalability, accuracy, and adaptability in rapidly evolving systems. Furthermore, the paper describes the prospects for using large language models to automate dependency graph construction, their integration into development processes, and the optimization of architectural decisions.*

**Keywords:** *microservice architecture, dependency graph, static analysis, dynamic analysis, large language models, interaction modeling*



УДК 004.891

## Система поддержки принятия решений для прогнозирования катаклизмов

Новиков Илья Дмитриевич

novikovid@bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Современный мир сталкивается с возрастающей угрозой как природных, так и техногенных катаклизмов. Эти явления способны вызвать масштабные разрушения, привести к человеческим жертвам и нанести существенный материальный ущерб. В связи с этим, своевременное прогнозирование подобных событий и разработка эффективных мер реагирования имеют первостепенное значение. Одним из инструментов, способствующих принятию обоснованных решений в условиях высокой неопределенности, являются системы поддержки принятия решений (СППР). В статье рассмотрены применения СППР для прогнозирования природных и техногенных катаклизмов, а также представлен анализ архитектуры системы.*

**Ключевые слова:** системы поддержки принятия решений, прогнозирование катаклизмов, меры регулирования, архитектура системы

**Введение.** Термин «катаклизм» объединяет широкий спектр внезапных и разрушительных событий, способных вызвать значительные изменения в окружающей среде и привести к масштабным человеческим и экономическим потерям [1]. Своевременное и точное прогнозирование таких событий является важнейшей задачей для обеспечения безопасности населения, минимизации ущерба и эффективного реагирования на чрезвычайные ситуации. В связи с этим, разработка и внедрение систем поддержки принятия решений (СППР) играют ключевую роль, предоставляя лицам, принимающим решения, необходимую информацию и инструменты для оценки рисков, прогнозирования развития ситуации и выбора оптимальных стратегий действий. Цель статьи — обоснование необходимости внедрения систем поддержки принятия решений (СППР) для своевременного и точного прогнозирования катаклизмов.

**Классификация катаклизмов и методы их прогнозирования.** Условно катаклизмы можно разделить на две основные категории: природные и техногенные. Каждый тип требует специфических подходов к прогнозированию; некоторые из них представлены в следующей таблице.

Для землетрясений применяется анализ сейсмической активности с использованием данных сейсмометров и спутников, а также алгоритмы машинного обучения для выявления предвестников, таких как колебания концентрации радона. Прогнозирование наводнений основано на гидродинамическом моделировании и данных об уровне рек, осадках и топографии. Ураганы прогнозируются через спутниковый мониторинг температуры океана и атмосфер-

ного давления, а техногенные аварии — через анализ журналов событий и данных IoT-датчиков.

### Методы прогнозирования катаклизмов

Тип катаклизма	Основные методы	Источники данных
Землетрясения	Анализ сейсмической активности, ИИ	Сейсмометры, спутники, концентрация радона
Наводнения	Гидродинамическое моделирование, ML	Уровень рек, осадки, топография
Ураганы	Спутниковый мониторинг, численные модели	Температура океана, давление
Техногенные аварии	Анализ сетевого трафика, датчики IoT	Журналы событий, состояние оборудования

**Применение СППР в системе прогнозирования катаклизмов.** СППР позволяют заблаговременно выявлять признаки надвигающейся опасности и оповещать население и соответствующие службы, что дает время на принятие мер по защите и эвакуации. Анализируя исторические данные и текущую ситуацию, системы помогают оценивать потенциальные риски возникновения катаклизмов и определять наиболее уязвимые территории и объекты инфраструктуры. На основе прогностической информации СППР помогают разрабатывать планы действий в чрезвычайных ситуациях, определять потребность в ресурсах и координировать работу различных служб. В условиях быстро развивающейся чрезвычайной ситуации СППР предоставляют актуальную информацию о текущем состоянии, прогнозах развития и возможных последствиях, что позволяет оперативно корректировать планы реагирования и принимать эффективные меры по спасению людей и ликвидации последствий.

**Архитектура СППР для прогнозирования катаклизмов.** СППР представляют собой интерактивные системы, цель которых — помощь экспертам в принятии решений на основе обработки и анализа больших объемов данных. Основные компоненты таких систем включают базы данных, аналитическую базу и пользовательский интерфейс [2]. В контексте прогнозирования катаклизмов, база данных должна включать исторические и реальные данные (сейсмические, метеорологические, социальные), а также геопространственную информацию (карты рисков, инфраструктура); аналитические модели содержат как физические модели (распространение цунами, гидродинамика), так и статистические и ML-алгоритмы (прогнозирование магнитуды землетрясений), а пользовательский интерфейс для обеспечения удобства использования предоставлять визуализацию рисков (тепловые карты, 3D-модели).

**Проблемы и перспективы развития СППР для прогнозирования катаклизмов.** Некоторые методы СППР, особенно основанные на машинном обучении, работают как «черные ящики», что затрудняет интерпретацию результатов. Кроме того, неполные или противоречивые сведения могут сни-

жать точность прогнозов, а недостаточная координация между различными службами и ведомствами может приводить к задержкам в реагировании на угрозы [3].

Для повышения эффективности СППР необходимы дальнейшие исследования в области обработки больших данных, совершенствования аналитических моделей и разработки интуитивно понятных пользовательских интерфейсов, а также внедрение квантовых вычислений для ускорения анализа и использование цифровых двойников для симуляции катастроф [4].

**Заключение.** Системы поддержки принятия решений представляют собой важный инструмент для прогнозирования катаклизмов. Благодаря возможности оперативного анализа сценариев СППР способствуют своевременному выявлению угроз, оптимизации мер реагирования и снижению ущерба от стихийных и техногенных бедствий. Дальнейшее развитие этих систем требует решения ряда технических и организационных проблем, однако потенциал современных технологий позволяет рассчитывать на существенное повышение точности прогнозирования и улучшение качества управленческих решений в условиях чрезвычайных ситуаций.

## Литература

- [1] *Disaster. Definition & Types.* URL: <https://www.britannica.com/science/disaster> (accessed 21.03.2025).
- [2] *Decision making system.* URL: [https://www.cryptohowtoeasy.com/article/decision\\_making\\_system#what\\_are\\_the\\_4\\_main\\_components\\_in\\_building\\_a\\_dss](https://www.cryptohowtoeasy.com/article/decision_making_system#what_are_the_4_main_components_in_building_a_dss) (accessed 23.03.2025).
- [3] *Advantages and disadvantages of decision making process.* URL: <https://aspiringyouths.com/advantages-disadvantages/decision-making-process/> (accessed 23.03.2025).
- [4] *AI and natural disaster prediction.* URL: <https://saiwa.ai/blog/ai-and-natural-disaster-prediction/> (accessed 20.03.2025).

## Decision support system for disaster forecasting

Novikov Ilya Dmitrievich

novikovid@bmstu.ru

Gagarin Yuriy Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The modern world is facing an increasing threat of both natural and man-made disasters. These phenomena can cause large-scale destruction, lead to human casualties and cause significant material damage. In this regard, timely forecasting of such events and the development of effective response measures are of paramount importance. Decision support systems (DSS) are one of the tools that facilitate informed decision-making in conditions of high uncertainty. This article discusses the use of DSS for forecasting natural and man-made disasters, as well as an analysis of the architecture of the system.*

**Keywords:** decision support systems, disaster forecasting, regulatory measures, system architecture

УДК 004.622

## Методы формирования датасета для фантюннга больших языковых моделей на основе Telegram -чатов

Тронов Кирилл Александрович

kirtron@mail.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_je@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена методам формирования датасетов на основе Telegram-чатов для фантюннга больших языковых моделей (БЯМ). Рассмотрены особенности извлечения неологизмов, региональной лексики и культурных заимствований из туристических чатов, а также предложены стратегии преобразования неструктурированных данных в обучающие наборы. Проанализированы различные подходы, включая создание пар «инструкция–ответ», скользящее окно контекста и прямое обучение на тексте. На примере данных из чатов семи стран продемонстрированы объемы обработанных сообщений и эффективность методов. Результаты работы применимы для создания специализированных ассистентов и улучшения работы БЯМ в специфических доменах.*

**Ключевые слова:** *большие языковые модели, фантюннг, LoRA, RAG, неологизмы, региональная лексика*

Большие языковые модели (БЯМ) продемонстрировали впечатляющие возможности в решении широкого спектра задач обработки естественного языка [1]. Однако для эффективного применения БЯМ к специфическим доменам и задачам требуются соответствующие наборы данных для дообучения. В связи с этим, Telegram-чаты представляют собой ценнейший, но пока недостаточно исследованный источник данных. Их отличают огромный объем и высокая скорость генерации контента. Помимо содержательной ценности, Telegram обладает удобными инструментами для выгрузки необходимых данных и прозрачной структурой сообщений (автор, текст, дата, время, ответы и т. д.), что значительно упрощает процесс создания массива данных для дальнейшего преобразования в датасеты.

В качестве источника информации для формирования датасетов были выбраны туристические Telegram-чаты. Данные чаты существуют в различных вариациях (как минимум по количеству стран, как максимум по количеству популярных туристических городов/регионов в этих странах) и обладают целым рядом преимуществ:

- локализованная лексика и культурные термины (участники чатов активно используют слова, связанные с конкретной страной или регионом, которые не фиксируются в словарях, академических корпусах и редко встречаются в традиционных NLP-датасетах);

- актуальные заимствования и гибридные формы (это тренирует БЯМ работать с языковой гибкостью, характерной для реального общения, и распознавать смысл даже при неточном написании);

– обогащение словарного запаса модели (стандартные датасеты (например, новостные корпуса) часто игнорируют сезонные неологизмы и временные тренды. Чат-данные позволяют моделям оперативно адаптироваться к изменениям в языке [2]);

– улучшение обработки низкоресурсных языков (в чатах, посвященных экзотическим направлениям, встречается лексика малых языков (слова из кечуа, суахили или тибетского, которые туристы транслитерируют на английский/русский) и контекстные заимствования. Это помогает БЯМ работать с низкоресурсными языками, для которых недостаточно публичных данных).

Подбор датасета сильно влияет на то, чему научится модель при файнтюнинге, будь то LoRA адаптер или RAG сервер. Существуют следующие методы формирования датасета на основе чата:

– пары «инструкция-ответ»: (если вы хотите, чтобы LLM отвечал на вопросы как полезный помощник на основе группового чата). Это требует логики для определения вопросов и соответствующих им ответов. Это самый сложный, но потенциально самый полезный шаг. Самый простой способ — это поиск сообщения (инструкция), на которое есть ссылки в поле `reply_to_message_id` и дальнейший сбор всех ответов на него (ответ). Это даст достаточно полный датасет для обучения LoRA адаптера. Для формирования основы для RAG требуется более строгий отбор пар «инструкция-ответ». Для этого хорошо подходит использование БЯМ, что позволяет отыскивать среди потенциальных «инструкций» сообщения с вопросами к сообществу и свести разрозненный набор сообщений «ответ» до выбора лучшего ответа или обобщения набора;

– скользящее окно: используется скользящее окно сообщений в качестве контекста, при этом БЯМ обучается предсказывать следующее сообщение в разговоре [3]. Это подходит для обучения имитации разговорного стиля группы. Дополнительно результаты можно адаптировать, используя БЯМ, например, обобщением каждого контекстного окна до текста определенной длины/формата.

Формула для подсчета количества получаемых примеров:

$$N = \lfloor S / (W - O) \rfloor,$$

где  $S$  — общее количество сообщений;  $W$  — размер окна (количество сообщений в каждом блоке);  $O$  — значение перекрытия (количество перекрывающихся сообщений между последовательными фрагментами);

– все сообщения: БЯМ обучается непосредственно на очищенном тексте каждого сообщения. Это самый простой вариант реализации, но он обеспечивает наименьший контроль над поведением модели. Подходит для увеличения словарного запаса БЯМ и ее обучения стилю письма в чате. Для этого метода особенно важна предобработка сообщений, например, удаление всех сообщений от ботов.

Имитация стиля пользователя: сортировка сообщений по полю `from` или `from_id`. Позволяет обучить модель генерировать текст в стиле определенных пользователей. Лучше всего подходит для создания LoRA адаптеров под кон-

кретных пользователей. Также, если какие-то из пользователей обладают экспертными знаниями, то их датасеты могут быть использованы в качестве основы для RAG [4]. В этом методе также может использоваться дополнительная БЯМ с целью определения тональности сообщений пользователя.

Для чатов 7 стран каждым из описанных методов было проведено формирование датасета. В таблице представлено количество обучающих примеров, которое было получено каждым из методов.

**Статистика обработки данных по странам  
(дата обращения к чатам — 12.03.2025)**

Страна чата	Количество участников	Всего сообщений	Всего текстовых	Инструкция — ответ	Скользящее окно	Все сообщения	По пользователям
Япония	25 031	495 134	475 295	238 643	158 432	474 417	11 963
Турция	60 795	696 624	674 340	277 401	224 780	666 786	58 047
Вьетнам	38 783	295 542	283 526	127 266	94 059	281 949	21 190
Таиланд	96 683	917 449	888 552	402 300	296 184	883 215	57 681
Германия	24 683	268 157	263 613	133 012	87 871	262 020	11 200
Южная Корея	37 520	704 952	685 779	293 504	228 593	683 631	24 110
Россия	27 044	53 379	51 273	19 738	17 091	50 522	8 381

По таблице видно, что даже чаты с относительно небольшим количеством участников могут давать достаточное количество примеров при использовании определенных методов для полноценного обучения LoRA адаптера [5] или RAG сервера.

Использование туристических Telegram-чатов, имеющих гибкий формат для обработки, в качестве источника для формирования датасета позволяют обогатить лексику за счет культурных и региональных терминов, развивают адаптивность к низкоресурсным языкам через интеграцию заимствований и транслитераций. Рассмотренные методы эффективно преобразовывают неструктурированные данные Telegram-чатов в датасеты для файнтюнинга БЯМ, создавая достаточное количество обучающего материала для файнтюнинга БЯМ. Перспективы работы включают внедрение мультимодальных данных и разработку инструментов для дополнительной разметки с использованием БЯМ. Полученные результаты могут быть применены для создания специализированных ассистентов.

## Литература

- [1] Brown T.B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P., Amodei D. Language models are few-shot learners. *arXiv*, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- [2] Adiwardana D., Luong M.T., So D.R., Hall J., Fiedel N., Thoppilan R., Le Q. V. Towards a human-like open-domain chatbot. *Computation and Language*, *arXiv*, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.09977>
- [3] Raffel C., Shazeer N., Roberts A., Lee K., Narang S., Matena M., Liu P.J. Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *Journal of Machine Learning Research*, 2020, vol. 21 (140), pp. 1–67.
- [4] Lewis P. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP Tasks. *Computation and Language*, *arXiv*, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>
- [5] Hu E.J. LoRA: Low-rank adaptation of large language models. *Computation and Language*, *arXiv*, 2021. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.09685>

## Methods for forming a dataset for fine-tuning large language models based on Telegram chats

Tronov Kirill Alexandrovich

[kirtron@mail.ru](mailto:kirtron@mail.ru)

Gagarin Yuri Evgenievich

[gagarin\\_ye@bmstu.ru](mailto:gagarin_ye@bmstu.ru)

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article is devoted to methods for forming datasets based on Telegram chats for fine-tuning large language models (LLM). The features of extracting neologisms, regional vocabulary, and cultural borrowings from tourist chats are considered, and strategies for converting unstructured data into training sets are proposed. Various approaches are analyzed, including creating instruction-response pairs, a sliding context window, and direct learning on text. Using data from seven countries chats, the volumes of processed messages and the effectiveness of the methods are demonstrated. The results of the work are applicable for creating specialized assistants and improving the performance of LLM in specific domains.*

**Keywords:** *large language models, fine-tuning, LoRA, RAG, neologisms, regional vocabulary*

УДК 004.89

## Процесс дообучения большой языковой модели на примере задачи генерации заголовков

Мельников Константин Сергеевич

mconstant.essential@yandex.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ имени Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены особенности моделей на архитектуре трансформер в контексте задачи генерации заголовков. Описаны шаги для дообучения большой языковой модели с использованием собственного датасета. Рассмотрены методы оптимизации модели для экономии памяти и ускорения процесса дообучения. Цель доклада — описать основные этапы процесса дообучения больших языковых моделей на примере Llama 2, рассмотреть доступные методы оптимизации модели, сравнить результаты генерации заголовков для разных моделей. Результаты работы могут быть применены для ознакомления с процессом дообучения больших языковых моделей, а также при выборе подхода для оптимизации модели.*

**Ключевые слова:** большие языковые модели, генерация заголовков, квантизация, оптимизация модели, архитектура трансформеров, низкоранговая адаптация

В эпоху колоссального роста объемов цифровых данных автоматизированные методы обработки текстовой информации становятся неотъемлемым инструментом для эффективного управления информационными потоками. Особенно актуальной в этом контексте является задача генерации заголовков, поскольку от качества формулировки названия напрямую зависит скорость и точность восприятия основного содержания текста пользователями. Модели, построенные на архитектуре трансформеров, в последнее десятилетие зарекомендовали себя как одни из наиболее перспективных решений для обработки естественного языка. Их ключевая особенность заключается в механизме self-attention, который позволяет учитывать взаимосвязи между всеми элементами входного текста одновременно [1].

Данный подход особенно полезен при решении задачи генерации заголовков, так как он позволяет модели не только выявлять главные смысловые компоненты текста, но и создавать сжатые, информативные и емкие заголовки, соответствующие содержанию исходного материала.

Существует множество различных моделей, основанных на архитектуре трансформер. В данном случае была выбрана минимальная версия модели Llama на 7 млрд параметров. Так как более масштабные версии требуют большого количества памяти [2]. У данной модели есть две версии: одна работает в формате чата как в известных сервисах вроде ChatGPT или DeepSeek, другая получает текст и пытается его продолжить. Нас интересует второй вариант, который также может быть использован для генерации заголовков. Модель принимает промпт, который строится по следующим правилам.



Сперва идет команда `Write a title for this text`. Затем передается сам текст и в конец добавляется строчка `Title`. Таким образом, модель сможет понять, что следующая последовательность символов будет относиться к заголовку. Сам заголовок ищется путем получения длины финального результата и вычитания из него длины текста и длины вспомогательных фраз. Таким образом удается узнать позицию начала заголовка.

Первым этапом обучения является качественная подготовка данных. В процессе обучения используются тексты новостных статей и соответствующие им заголовки, что позволяет модели изучить закономерности формирования кратких и информативных аннотаций. Перед началом обучения данные проходят стадию предварительной обработки, включающую удаление избыточных символов, нормализацию текста и приведение текстов к единому стилю 0. Особое внимание уделяется токенизации с применением метода левой подстройки (`left-padding`), что обеспечивает корректное выравнивание длины последовательностей, предотвращает искажения в процессе обучения и оптимизирует использование вычислительных ресурсов.

Даже минимальная модель Llama является достаточно требовательной для запуска на персональном компьютере и требует большого количества ресурсов, либо применение различных подходов для оптимизации. Для ускорения обучения и снижения вычислительных затрат применяется метод квантизации. Модель Llama-2-7b была преобразована в формат `nf4` (`normal float 4`), что позволило существенно сократить объем памяти, необходимой для хранения параметров, и ускорить вычисления без заметного ухудшения точности. Дополнительное улучшение характеристик модели достигается за счет внедрения адаптеров LORA (`Low-Rank Adaptation`). Эта методика предусматривает добавление небольших адаптерных слоев к уже предобученной модели, что позволяет значительно уменьшить количество параметров, требующих обновления при дообучении. При этом адаптеры настраиваются с использованием таких параметров, как размерность матриц (`LORA_R = 8`) и коэффициент `dropout` (`LORA_DROPOUT = 0.05`), с акцентом на те модули, которые отвечают за механизм `self-attention`. Такой подход позволяет сохранить базовые знания модели и адаптировать ее для решения задачи генерации заголовков, существенно ускоряя процесс обучения 0.

Обучение модели организовано с тщательной настройкой гиперпараметров, что обеспечивает оптимальный баланс между качеством и эффективностью. Размер батча установлен равным 4, что гарантирует стабильное использование оперативной памяти. Скорость обучения выбрана на уровне  $3e-4$  для обеспечения оптимальной сходимости, а логирование каждые 100 шагов позволяет оперативно отслеживать динамику метрик и своевременно корректировать процесс обучения.

В результате работы модель без дообучения просто дублирует передаваемый текст, после дообучения стала способна генерировать разборчивые заголовки. Оценка качества их генерации достаточно субъективна, однако можно сравнить результаты с известными моделями по одному и тому же блоку текста:

- llama-2 7B (no fine-tune): <вернула текст сообщения>
- llama-2 (fine-tuned): Filmmaking, Panic, and the Power of Storytelling
- GPT-4o mini: Joosje Duk: From 'Don't Panic' to Impact — The Filmmaker Using Stories to Unveil Truths
- GPT-4o: Emerging Filmmaker Joosje Duk Makes Impact with Award-Winning Short Film 'Night'
- Gigachat: Don't Panic: How Emerging Filmmaker Joosje Duk Turns Personal Stories into Powerful Social Commentary
- Gigachat Pro: Finding Her Voice: Joosje Duk's Journey from NYU to Award-Winning Filmmaker
- llama 70B: From NYU Graduate to Award-Winning Director: The Resonating Career of Joosje Duk

Практическое применение модифицированной модели охватывает широкий спектр задач. Например, автоматическая генерация заголовков может быть использована в новостных агрегаторах, информационных порталах и системах мониторинга медиа пространства, где необходимо оперативное формирование кратких и информативных аннотаций для большого объема текстов. Кроме того, данная технология может быть интегрирована в аналитические системы, где автоматизированное создание заголовков помогает пользователям быстро ориентироваться в потоке информации и принимать своевременные решения. Внедрение подобных решений способно значительно повысить эффективность работы редакционных служб и сократить затраты времени на рутинные задачи, что в конечном итоге приводит к улучшению качества предоставляемой информации.

Следует отметить, что разработка подобных моделей сопряжена с рядом вызовов и ограничений. Среди них выделяется необходимость постоянного обновления обучающих данных для адаптации модели к изменяющимся стилям подачи информации, а также обеспечение безопасности и корректности генерируемых заголовков. Вопросы этики и достоверности остаются актуальными, и разработчикам необходимо уделять внимание механизмам контроля качества контента. Перспективные исследования могут быть направлены на интеграцию дополнительных модулей контроля и автоматическую коррекцию ошибок, что позволит повысить надежность и универсальность систем генерации текста.

## Литература

- [1] Бессмертный И.А. *Системы искусственного интеллекта*. Москва, Юрайт, 2024, 164 с.
- [2] Touvron H., Lavril T., Izacard G. LLaMA: open and efficient foundation language models. *Computation and Language*, 2023, pp. 1–10. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.1397>
- [3] Григорьев П.А. Подготовка данных для обучения моделей машинного обучения: методы и практики. *Искусственный интеллект и большие данные: сб. тр.* Москва, МГУ, 2023, с. 87–92.
- [4] Hu E.J., Shen Y., Wallis P. LoRA: Low-rank adaptation of large language models. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2022, pp. 16–21. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.09685>

## Fine-tuning a large language model: an example with headline generation

Melnikov Konstantin Sergeevich

mconstant.essential@yandex.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The features of transformer-based models are discussed in the context of headline generation tasks. The steps for fine-tuning a large language model using a custom dataset are described. Methods for optimizing the model to save memory and speed up the fine-tuning process are also considered. The goal of the presentation is to outline the main stages of the fine-tuning process for large language models using Llama 2 as an example, review available optimization methods, and compare headline generation results across different models. The findings can be applied to understand the fine-tuning process of large language models and assist in selecting an approach for model optimization.*

**Keywords:** large language models, headline generation, quantization, model optimization, transformer architecture, low-rank adaptation

УДК 004.89

## Современные модели генерации изображений по текстовым описаниям: обзор и перспективы

Левин Артем Олегович

levinao@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_je@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Генерация изображений по текстовым описаниям является одной из ключевых задач в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. В последние годы развитие глубоких нейронных сетей, в частности трансформеров и диффузионных моделей, позволило значительно повысить качество и точность синтезируемых изображений. Представлен обзор современных моделей генерации изображений, таких как DALL·E 2, Stable Diffusion, Midjourney, Kandinsky и SDXL Turbo. Рассмотрены их архитектурные особенности, алгоритмические принципы и перспективы дальнейшего развития. Также обсуждаются текущие ограничения технологии, вычислительные затраты и потенциальные области применения.*

**Ключевые слова:** генерация изображений, текст-изображение, GAN, VAE, трансформеры, диффузионные модели, искусственный интеллект, машинное обучение, компьютерное зрение

Генерация изображений по текстовым описаниям представляет собой сложную междисциплинарную задачу, объединяющую обработку естественного языка (NLP) и компьютерное зрение. Развитие глубокого обучения привело к созданию моделей, способных синтезировать фотореалистичные изображения с высокой степенью соответствия текстовым входным данным [1]. Наиболее значимые достижения в этой области связаны с развитием трансформеров и диффузионных моделей, что позволило расширить границы возможностей генеративных алгоритмов. В данной статье рассматриваются ключевые современные модели, анализируются их принципы работы и обсуждаются перспективы дальнейших исследований.

DALL·E 2, разработанная OpenAI, использует комбинированный подход на основе трансформеров и вариационных автоэнкодеров. Модель сначала переводит текстовый запрос в латентное представление, после чего применяет каскад генеративных процессов для создания изображений. Основным механизмом работы включает CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining), который связывает текстовые описания с визуальными представлениями. DALL·E 2 обладает высокой способностью комбинирования различных концептов, адаптивностью к различным стилям и возможностью редактирования изображений [2]. Однако генерация высокодетализированных изображений требует значительных вычислительных ресурсов.

Stable Diffusion — это модель скрытой диффузии, основанная на вариационном байесовском обучении. Она применяет процесс обратного диффузи-

онного преобразования, который позволяет восстановить изображения из зашумленных версий, что делает возможным генерацию сложных визуальных концептов с высоким уровнем детализации [3]. Stable Diffusion является децентрализованной моделью с открытым исходным кодом, позволяющей пользователям запускать генерацию изображений локально. Поддержка использования дополнительных управляющих параметров, таких как *depth-to-image* и *inpainting*, расширяет ее функциональность.

Midjourney — это модель, основанная на генеративно-состязательных сетях (GAN). В отличие от моделей, использующих диффузионные процессы, Midjourney ориентирована на интуитивные стилистические решения и творческую генерацию изображений, что делает ее особенно популярной среди художников и дизайнеров. Работа через интерфейс Discord позволяет интерактивное взаимодействие с моделью. Обучение на специализированных датасетах художественных изображений обуславливает высокую стилистическую выразительность сгенерированных результатов.

Kandinsky, разработанная лабораторией ИИ компании «Сбер», использует модифицированную архитектуру Latent Diffusion с адаптацией для мультиязычных запросов. Основной алгоритмический механизм включает три этапа: предварительную генерацию изображения, отбор наиболее релевантных результатов с помощью алгоритма *ruCLIP* и постобработку для повышения разрешения. Kandinsky обладает высокой мультиязычной поддержкой и адаптивностью к различным стилям. Активно развивается в рамках отечественных исследований в области генеративного машинного обучения.

SDXL Turbo — одна из новейших разработок Stability AI, основанная на Адверсарной диффузионной дистилляции (ADD). Этот метод сочетает преимущества диффузионных моделей и GAN, позволяя существенно ускорить процесс генерации изображений. Основное преимущество модели — генерация изображений в реальном времени, что делает ее привлекательной для интерактивных приложений и креативных инструментов.

Современные модели генерации изображений демонстрируют впечатляющие результаты, однако остаются нерешенные проблемы. Основные вызовы включают высокие вычислительные затраты на обучение, ограничения в понимании контекста сложных текстовых запросов и возможность генерации недопустимого или предвзятого контента [4]. Будущее развитие технологий вероятно будет связано с оптимизацией вычислительных процессов с целью уменьшения энергопотребления, улучшением интерпретируемости моделей для контроля над процессом генерации и интеграцией с мультимедальными системами, объединяющими текст, изображение и аудио в единую когнитивную среду.

Развитие моделей генерации изображений по текстовым описаниям является значительным шагом в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. Современные архитектуры, такие как трансформеры, диффузионные модели и GAN, позволяют достигать новых высот в качестве и гибкости создаваемого визуального контента. Дальнейшие исследования

направлены на преодоление текущих ограничений и расширение областей применения данной технологии.

## Литература

- [1] Левин А.О., Белов Ю.С. Применение диффузионных моделей для генерации изображений. Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: сб.: материалов. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022, с. 76–79.
- [2] Rombach R., Blattmann A., Lorenz D., Esser P., Ommer B. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. Proc. IEEE/CVF Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.10752>
- [3] Ramesh A., Dhariwal P., Nichol A., Chu C., Chen M. Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst., 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.06125>
- [4] Radford A., Kim J.W., Hallacy C., Ramesh A., Goh G., Agarwal S. et al. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. Proc. Int. Conf. Mach. Learn. (ICML), 2021. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.00020>

## Modern models of text -to- image generation: review and perspectives

Levin Artem Olegovich

[levinao@student.bmstu.ru](mailto:levinao@student.bmstu.ru)

Gagarin Yuri Evgenievich

[gagarin\\_je@bmstu.ru](mailto:gagarin_je@bmstu.ru)

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Text-to-image generation is a significant challenge in artificial intelligence and computer vision. Recent advancements in deep learning, particularly transformers and diffusion models, have greatly enhanced the quality and coherence of generated images. This paper reviews state-of-the-art text-to-image models, including DALL·E 2, Stable Diffusion, Midjourney, Kandinsky, and SDXL Turbo. It explores their architectural principles, algorithmic foundations, and potential future developments. Additionally, the paper discusses the computational requirements, existing limitations, and various application domains of these models.*

**Keywords:** *text-to-image generation, deep learning, GAN, diffusion models, transformers, artificial intelligence, machine learning, computer vision*

УДК 004.738

## Сравнение протоколов MQTT и CoAP для IoT-систем умного дома

Малинина Ирина Алексеевна

malininaia@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Современные умные дома объединяют десятки IoT-устройств — от датчиков безопасности до систем энергоменеджмента. Однако неэффективный выбор протоколов обмена данными приводит к перерасходу энергии, задержкам и уязвимостям в защите. В статье проведено сравнение протоколов MQTT и CoAP, ориентированное на задачи умного дома: анализ энергопотребления, скорости передачи и безопасности. Результаты работы помогут разработчикам и пользователям выбирать оптимальные решения для разных сценариев — от управления освещением до потоковой передачи видео с камер наблюдения.*

**Ключевые слова:** IoT, умный дом, MQTT, CoAP, энергоэффективность, кибербезопасность

**Введение.** Технологии IoT активно внедряются в сферу умного дома, обеспечивая автоматизацию и удаленное управление. Ключевую роль в этом процессе играют протоколы связи, определяющие производительность и безопасность системы. Среди них выделяются MQTT и CoAP — облегченные протоколы, предназначенные для IoT-сред с ограниченными ресурсами, но использующие разные архитектурные подходы. Цель статьи — сравнительный анализ этих протоколов для определения наиболее подходящего варианта для умного дома.

**Обзор протоколов MQTT и CoAP.** MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) был создан в 1999 г. для мониторинга нефтепроводов через спутниковые сети. В 2013 г. он стал стандартом OASIS, а в 2019 г. появилась версия MQTT 5.

Протокол работает по модели «издатель-подписчик» — позволяет устройствам отправлять сообщения по определенным темам, а другим устройствам — подписываться на эти темы для получения сообщений. Например, датчик температуры может публиковать сообщения на тему «температура в градусах». Термостат может подписаться на тему «градусы температуры», что позволяет ему получать сообщения по этой теме и регулировать настройки температуры [1]. Основные компоненты включают в себя MQTT-клиент — устройство, публикующее или подписывающееся на сообщения и MQTT-брокер-сервер, пересылающий сообщения подписчикам и управляющий темами и подписками. MQTT подразумевает наличие трех уровней качества обслуживания (QoS) — от ненадежной доставки (QoS 0) до гарантированной передачи без дубликатов (QoS 2) [2].

MQTT широко применяется в IoT, особенно для умных домов и промышленного интернета, где важна стабильность связи при минимальном потреблении ресурсов.

CoAP (Constrained Application Protocol) был разработан в 2010 г. рабочей группой IETF CoRE для устройств с ограниченными ресурсами. Он базируется на REST-архитектуре, используя URI и HTTP-методы (GET, POST, PUT, DELETE). Его основные компоненты включают в себя CoAP-клиент — устройство, отправляющее запросы и CoAP-сервер — устройство, отвечающее на запросы. CoAP использует UDP в качестве транспортного протокола, что снижает накладные расходы и энергопотребление [3].

CoAP хорошо подходит для IoT, особенно в энергосберегающих сетях, где требуется легкий и быстрый обмен данными.

**Сравнительный анализ протоколов.** Сравнение рассмотренных выше протоколов может быть представлено в виде следующей таблицы.

**Сравнение ключевых параметров MQTT и CoAP**

Параметр	MQTT	CoAP
Транспортный протокол	TCP	UDP
Модель коммуникации	Издатель — подписчик	Клиент — сервер
Размер заголовка (минимум)	2 байта	4 байта
Энергопотребление	Как правило, выше	Как правило, ниже
Задержка передачи данных	Может быть выше из-за TCP	Как правило, ниже для простых взаимодействий
Надежность доставки	3 уровня QoS (0, 1, 2)	Подтверждаемые сообщения (опционально)
Сложность реализации	Как правило, ниже благодаря развитой экосистеме	Может быть выше для некоторых функций

Более компактный заголовок MQTT снижает накладные расходы при частых передачах небольших сообщений, что особенно полезно в ресурсозатратных сетях. Постоянные соединения и подтверждения передачи в TCP увеличивают нагрузку на устройства с батарейным питанием, тогда как CoAP требует меньше трафика и энергии для передачи аналогичных объемов данных [4]. Благодаря использованию UDP, CoAP обеспечивает меньшую задержку при простых запросах-ответах. Однако в сетях с высокой потерей пакетов MQTT может быть эффективнее, поскольку TCP имеет встроенные механизмы повторной передачи, обеспечивая лучшую пропускную способность. CoAP поддерживает подтверждаемые сообщения (CON), аналогичные QoS 1 в MQTT, но не имеет встроенного аналога QoS 2, обеспечивающего доставку «ровно один раз».

**Применение протоколов в системах умного дома.** При управлении освещением MQTT осуществляет централизованный контроль через хаб; светильники подписываются на команды, а датчики передают данные об освещенности. CoAP использует прямое управление светильниками через HTTP-



методы. В случае датчиков температуры и влажности MQTT передает данные через брокер; CoAP осуществляет доступ к данным датчиков через GET-запросы. Для умных розеток MQTT публикует команды включения/выключения, а также предусматривает мониторинг потребления энергии. CoAP управляет напрямую через PUT и GET.

**Выбор протокола для конкретных сценариев умного дома.** MQTT обеспечивает надежную доставку сообщений (QoS) и обладает масштабируемостью, однако потребляет много ресурсов за счет использования TCP и зависит от брокера. В связи с данными характеристиками, MQTT следует использовать для критически важных систем (например, безопасности) из-за надежности QoS, а также для сложных автоматизированных сценариев с множеством устройств.

CoAP обусловлен легковесностью, энергоэффективностью и удобным управлением ресурсами. Из недостатков можно отметить его потенциальные проблемы с надежностью из-за использования UDP, сложность с NAT и фрагментацией. Данный протокол подойдет для датчиков и батарейных устройств благодаря низким накладным расходам [5].

**Заключение.** MQTT обеспечивает надежную связь и масштабируемость благодаря модели «издатель-подписчик» и уровням QoS, но требует больше ресурсов из-за TCP. CoAP, будучи легковесным и энергоэффективным, удобен для батарейных устройств, но уступает в надежности доставки сообщений. Таким образом, MQTT предпочтителен для критически важных систем и сложных сценариев автоматизации, CoAP — для энергоэффективных устройств и простых сенсорных сетей. Перспективным направлением является развитие гибридных решений, сочетающих преимущества обоих протоколов для обеспечения оптимального баланса между надежностью, эффективностью и масштабируемостью.

## Литература

- [1] *MQTT Protocol Explained: The Complete Guide*. URL: <https://cedalo.com/blog/complete-mqtt-protocol-guide/> (accessed 23.03.2025).
- [2] *Exploring protocols: MQTT in IoT*. URL: <https://tago.io/blog/exploring-protocols-mqtt-in-iot> (accessed 24.03.2025).
- [3] *CoAP Protocol: Key Features, Use Cases, and Pros/Cons*. URL: <https://www.emqx.com/en/blog/coap-protocol> (accessed 24.03.2025).
- [4] *MQTT vs CoAP: Comparing Protocols for IoT Connectivity*. URL: <https://www.emqx.com/en/blog/mqtt-vs-coap> (accessed 23.03.2025).
- [5] *CoAP Protocol Place in IoT Industry*. URL: <https://www.kaaiot.com/iot-knowledge-base/coap-protocol-place-in-iot-industry> (accessed 22.03.2025).

## Comparison of MQTT and CoAP protocols for Smart home IoT systems

**Malinina Irina Alexeevna**

malininaia@student.bmstu.ru

**Gagarin Yuriy Evgenievich**

gagarin\_je@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Modern smart homes combine dozens of IoT devices, from security sensors to energy management systems. However, an inefficient choice of data exchange protocols leads to energy overruns, delays, and security vulnerabilities. This article compares the MQTT and CoAP protocols, focused on smart home tasks: analysis of energy consumption, transmission speed and security. The results of the work will help developers and users choose the best solutions for different scenarios, from lighting control to video streaming from surveillance cameras.*

**Keywords:** *IoT, smart home, MQTT, CoAP, energy efficiency, cybersecurity*

УДК 004.43

## Сравнение методов добавления Graphviz диаграмм в печатный материал с помощью Typst

Войнов Андрей Александрович      voynovaa@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич                ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Ввиду популярности применения диаграмм в разных печатных и электронных материалах, было проведено сравнение методов добавления Graphviz диаграмм в документ, написанный в Typst. Описаны способы создания диаграмм, в частности с помощью языка DOT, также приведены возможные решения и связанные с ними проблемы при добавлении диаграмм в документ. В результате была создана библиотека, написанная на чистом функциональном языке Typst, которая позволяет избавиться от внешне зависимых программ, таких как dot, а также дает возможность дополнительной настройки диаграмм, что невозможно при использовании других методов.*

**Ключевые слова:** печатный материал, Typst, язык DOT, Graphviz, диаграммы, синтаксический анализ, метод рекурсивного спуска

Создание диаграмм разных видов является неотъемлемой частью многих профессий. Диаграммы добавляются в электронную работу (документ, буклет, брошюра и др.), которая далее может быть распечатана или оставлена в цифровом виде, в зависимости от назначения и других факторов.

Инструменты для создания диаграмм можно разделить на две группы:

- графический редактор;
- программа, рисующая диаграмму на основе специального языка описания.

Для инструментов из первой группы нужны только базовые знания взаимодействия с графическим интерфейсом, но при этом для редактирования и демонстрации диаграмм необходима специализированная программа. Для инструментов из второй группы необходимо знать специальный язык описания диаграмм, но при этом для редактирования и демонстрации (в описательном виде) подойдет любой текстовый редактор. В данную группу входят такие языки как: DOT, PlantUML, D2, yUML. В данной статье уделено внимание языку DOT из набора инструментов Graphviz, поскольку является одним из первых проектов которых позволяет создавать диаграммы, а именно графы, на основе текста (языка DOT), при этом до сих пор является одним из самых популярных благодаря своей доступности и простоте.

Одним из недостатков языка DOT является ограничение со стороны тонкой настройки разных аспектов диаграмм. Это частично исправляется использованием одного или другого инструмента Graphviz, что позволяет в основном только лишь изменить логику размещения вершин графов [1].

Для создания вышеупомянутых электронных работ (в том числе презентаций) можно использовать инструмент Typst. Он представляет собой язык разметки, язык для набора математических формул, а также язык программирования. Его можно сравнить с языком DOT: оба языка пишутся в текстовом файле и подаются на вход программе, выдающая бинарный файл изображения (например, SVG, PNG) или документа (PDF). Далее по тексту будем использовать PDF документ.

При использовании DOT диаграмм в Typst документе возникают разного рода проблемы:

- необходимость использования внешних программ для создания диаграмм перед их встраиванием в конечный документ;
- при использовании метода из п. 1, в особых ситуациях могут возникнуть проблемы с отображением текста в конечном документе [2];
- использование WebAssembly (Wasm) плагина «Diagram» занимает значительное время, тем самым многократно замедляя компиляцию документа;
- в любом случае отсутствует тонкая настройка таких аспектов графа, как расположение вершин.

В качестве компромисса был разработан пакет Typst, который напрямую читает содержимое DOT файла и на его основе рисует диаграмму. Все модули пакета написаны на языке Typst. Это позволило избавиться от каких-либо внешних программ, необходимых для компиляции документа, от проблемы из п. 2, а также открыло возможность дополнительной настройки готовой диаграммы. При этом время компиляции для текущей версии пакета сравнимо с плагином Diagram. Ниже сравним результаты работы всех методов.

За пример был взят следующий код для описания диаграммы:

```

1 digraph G {
2   rankdir=LR;
3   splines=false;
4
5   A [shape=box, style=filled, fillcolor=yellow];
6   B [shape=circle, style=filled, fillcolor=green];
7   C [shape=circle, style=filled, fillcolor=red];
8   D [shape=circle, style=filled, fillcolor=purple];
9   E [shape=circle, style=filled, fillcolor=orange];
10
11  G → A → C
12  G → B → E
13  G → D
14 }
  
```

Для dot программы был создан файл документа dot.typ:

```

5 #!w9g6(„q79g1gsh'2лg„)
7 #26f b9g6(м7qfр: 9nfo' мет8рf: 9nfo' ш7л8тu: 0bf)
  
```

Для Wasm плагина был создан файл документа wasm.typ:

```
3 #леуqel(леq(„qтqгlгш.гоf„))
5 #gef bge(мтqгp: гпfo' ретqгp: гпfo' шqлqтu: qbf)
7 #шбопf „qblелlгм\qтqгlгшp:q'з'з„: леuqel
```

Для Typst-реализации под названием dotted был создан файл документа native.typ:

```
3 #qof(леq(„qтqгlгш.гоf„))
5 #gef bge(мтqгp: гпfo' ретqгp: гпfo' шqлqтu: т'зшш)
7 #шбопf „qofгeб\q'т'q\гтp.гlб„: qof
```

На рис. 1 изображен результат компиляции dot.typ, на рис. 2 изображен скомпилированный wasm.typ, на рис. 3 — скомпилированный native.typ.

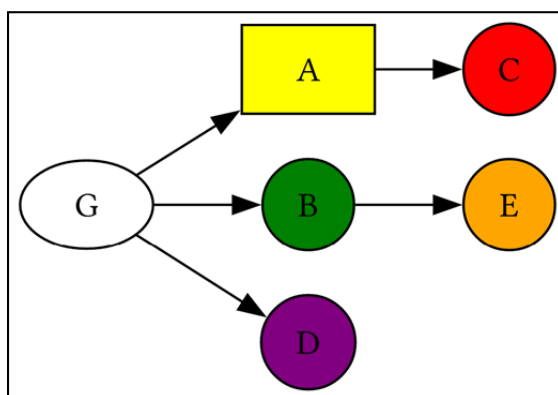


Рис. 1. Результат использования диаграммы, созданной внешней программой

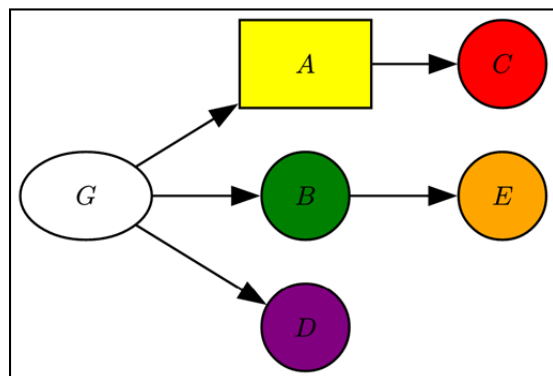


Рис. 2. Результат использования Wasm плагина

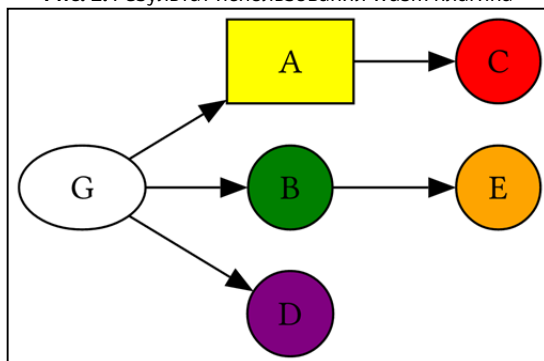


Рис. 3. Результат использования реализации Typst

Как можно заметить, на диаграмме из Wasm плагина используется наклонный шрифт, а именно математический шрифт вместо стандартного (с засечками). Это связано с философией используемого пакета и на данный момент нет возможности это отключить [3]. В то время как созданная библиотека dotted позволяет изменять такие детали как: расстояние между вершинами; содержимое, отображаемое внутри вершины; позицию каждой вершины.

В данной реализации библиотеки использовались следующие модули: токенизатор, синтаксический анализатор, модуль преобразования абстрактного синтаксического дерева в граф, модуль для отрисовки графа. Главная функция из каждого модуля поочередно вызывается, передавая выходные данные из предыдущего модуля как входные данные для следующего, где исходные данные для первого модуля — строка с содержимым DOT-файла. Ввиду того, что Typst является чистым функциональным языком, опуская некоторые исключения, при реализации метода рекурсивного спуска для алгоритма нисходящего синтаксического анализа было принято решения сохранять текущее состояние анализа, храня его в словаре и передавая его в качестве первого аргумента для всех функций, участвующих в данном анализе [4].

Подводя итоги, можно отметить, что данная реализация библиотеки является не полной, поэтому в будущем планируется приблизиться к полной совместимости с программой dot. Таким образом, любой желающий сможет напрямую встроить DOT-диаграмму себе в документ, при этом имея возможность последующей ее модификации.

## Литература

- [1] Gansner E.R., Koutsofios E., North S. *Drawing graphs with dot*. URL: <https://graphviz.org/pdf/dotguide.pdf> (accessed 02.02.2025).

- [2] Andrew15 5. No text is rendered in PDF that includes SVG with text exported via Typst. URL: <https://github.com/typst/typst/issues/6035> (accessed 02.02.2025).
- [3] Andrew15 5. Add option to disable math font for labels. URL: <https://github.com/Robotechne/diagraph/issues/46> (accessed 02.02.2025).
- [4] Mädje L.A. *Programmable Markup Language for Typesetting*. Master's Thesis. 2022, 77 p.

## Comparison of methods for including Graphviz diagrams in printed material using Typst

**Voynov Andrey Aleksandrovich**

voynovaa@student.bmstu.ru

**Belov Yuri Sergeevich**

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Due to the popularity of the use of diagrams in different printed and electronic materials, a comparison of the methods for including Graphviz diagrams to the document written in Typst was carried out. The article describes the methods of creating diagrams, in particular using the DOT language, and possible solutions with their related problems for when the diagrams are added to the document are given. As a result, a library was created, written in Typst — a pure functional language, which allows to get rid of external dependent programs such as dot, and also makes it possible to customize additional diagram settings, which is impossible when using other methods.*

**Keywords:** *printed material, Typst, DOT language, Graphviz, diagrams, parsing, recursive descent parser*

УДК 004.942

## Исследование методов расчета контрольной суммы: CRC16 и CRC32

Воронов Даниил Сергеевич

danikvoron1@gmail.com

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены методы расчета контрольных сумм CRC16 и CRC32, обеспечивающих проверку целостности данных при передаче по цифровым каналам связи. Показаны принципы работы, базирующиеся на полиномиальном делении в двоичной системе, приведен пример ручного расчета контрольной суммы. Проанализированы сферы применения каждого алгоритма и даны рекомендации по выбору в зависимости от задач.*

**Ключевые слова:** контрольная сумма, CRC, CRC16, CRC32, целостность данных, полиномиальное деление

Целостность данных при передаче по цифровым каналам связи критична для функционирования большинства информационных систем. Нарушение целостности может происходить по множеству причин: помехи в канале связи, сбои оборудования, ошибки при записи на носители. Поскольку в большинстве случаев перезапрос данных невозможен или нежелателен, контрольные суммы позволяют заранее удостовериться, что информация дошла до получателя без искажений. Одним из наиболее распространенных способов проверки является использование алгоритмов CRC — циклического избыточного кода (от англ. Cyclic Redundancy Check). Он используется в сетевых протоколах, промышленных интерфейсах, при хранении данных на цифровых носителях и даже в форматах файлов мультимедиа [1].

CRC представляет собой остаток от деления двоичной последовательности, соответствующей передаваемым данным, на заранее заданный порождающий полином. В отличие от простых контрольных сумм, таких как сумма всех байтов, CRC обладает способностью эффективно выявлять распространенные типы ошибок: одиночные, двойные, короткие последовательности и смещения битов. Расчет осуществляется побитово или таблично, в зависимости от требований к скорости и ресурсоемкости реализации. Результат добавляется к данным перед отправкой, а на приемной стороне производится повторный расчет и сравнение результатов [2].

Для расчета контрольной суммы данные интерпретируются как многочлен с коэффициентами 0 и 1, который делится на порождающий полином также в двоичном виде. Деление осуществляется по правилам арифметики по модулю 2 (аналог логического исключающего ИЛИ). Остаток от деления — и есть значение контрольной суммы.

Предположим, имеются исходные данные: 1001 1010 0001 1111 (16 бит), и используется стандартный порождающий полином CRC-16:  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ , что соответствует двоичной последовательности 1100 0000 0000 0101.



К данным добавляются 16 нулей: 10011010000111110000000000000000.

Далее производится поразрядное деление этой строки на полином с помощью XOR.

После завершения деления получается остаток — 16-битная последовательность, которую и используют в качестве CRC16.

Вычисление можно реализовать программно, либо с помощью таблиц, но принципиально важно понимать именно основу — деление многочлена по модулю 2 [3].

CRC32 работает аналогично CRC16, но использует более длинный полином:  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ , что в шестнадцатеричном представлении соответствует 0x04C11DB7 [4].

Перед выбором между CRC16 и CRC32 важно учитывать характеристики конкретной системы: объем передаваемой информации, частоту обмена, требования к надежности и совместимости с другими устройствами. CRC16 зачастую предпочтителен в микроконтроллерах и промышленных контроллерах за счет своей компактности и скорости вычисления. В то время как CRC32 обеспечивает лучшую защиту от ошибок и чаще используется в высокоскоростных или массовых системах передачи данных (см. таблицу).

**Сравнение алгоритмов CRC16 и CRC32**

Параметр	CRC16	CRC32
Длина контрольной суммы	16 бит	32 бита
Полином	$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$	$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
Надежность	Средняя	Высокая
Области применения	Modbus RTU, CAN, USB	Ethernet, ZIP, PNG, файловые системы
Затраты на вычисления	Низкие	Средние/высокие

CRC не является единичным алгоритмом, а представляет собой целое семейство, включающее множество реализаций, отличающихся выбором полинома, начального значения, инверсией результата и направлением сдвига. В частности, для CRC32 существует несколько распространенных вариантов:

- CRC-32 (IEEE 802.3, используется в Ethernet);
- CRC-32C (Castagnoli, применяется в iSCSI);
- CRC-32K (Koopman);
- CRC-32Q (используется в авиации);
- CRC-32/MPEG-2 (в стандарте MPEG-2);
- CRC-32/BZIP2 (в архиваторе bzip2).

Выбор конкретной реализации зависит от требований к скорости, совместимости и устойчивости к различным типам ошибок. За счет увеличенной

длины контрольной суммы (32 бита), CRC32 обеспечивает более высокую вероятность обнаружения ошибок и широко применяется в Ethernet, ZIP-архивах и других системах, обрабатывающих большие объемы данных [5].

Подводя итог, можно сказать, что CRC16 и CRC32 являются эффективными средствами обеспечения целостности данных и находят применение в самых разных сферах — от промышленных интерфейсов до сетевых протоколов. Выбор конкретного метода зависит от требований к надежности, объема передаваемых данных и ресурсов системы. В маломощных устройствах предпочтительнее CRC16, тогда как для больших потоков информации — CRC32.

## Литература

- [1] Таненбаум Э.С. *Компьютерные сети*. Санкт-Петербург, Питер, 2018.
- [2] Петцольд Ч. *Код: тайный язык информатики*. Москва, Вильямс, 2020.
- [3] Блэйк И. *Коды обнаружения и коррекции ошибок*. Москва, Мир, 1986.
- [4] Кнуг Р. *Искусство программирования. Т. 2. Получисленные алгоритмы*. Москва, Вильямс, 2001.
- [5] Горшенин И.И. *Цифровая обработка данных и контроль ошибок в телекоммуникациях*. Москва, Радио и связь, 2003.

## Investigation of checksum calculation methods: CRC16 and CRC32

Voronov Daniil Sergeevich

danikvoron1@gmail.com

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This paper discusses methods for calculating CRC16 and CRC32 checksums that ensure data integrity verification during transmission over digital communication channels. The principles of operation based on polynomial division in a binary system are shown, and an example of manual checksum calculation is given. The fields of application of each algorithm are analyzed and recommendations are given for choosing depending on the tasks.*

**Keywords:** *checksum, CRC, CRC16, CRC32, data integrity, polynomial division*

УДК 004.93

## Методы и алгоритмы распознавания объектов: описание, сравнительный анализ

Демин Даниил Петрович

demindp1@student.bmstu.ru

Никитенко Ульяна Вячеславовна

nikitenkouv@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены методы распознавания объектов, применяемые в современных системах компьютерного зрения. Представлены алгоритмы, такие как методы на основе машинного обучения, нейронных сетей и классические подходы, включая алгоритмы на основе анализа признаков. Показано, что нейронные сети, в частности сверточные нейронные сети (CNN), достигли высоких результатов в задачах распознавания объектов. Сделаны выводы, что использование глубоких нейронных сетей значительно улучшает точность распознавания объектов в сложных условиях. Исследования также подтверждают высокую эффективность этих методов в различных областях, таких как медицина, автомобильная промышленность и безопасность.*

**Ключевые слова:** распознавание объектов, алгоритмы, нейронные сети, компьютерное зрение, глубокое обучение

Распознавание объектов является одной из основополагающих задач компьютерного зрения и искусственного интеллекта, играющей ключевую роль в широком спектре применений, от автономных транспортных средств и систем безопасности до медицины и промышленной автоматизации [1]. Современные методы распознавания позволяют создавать системы, которые обладают способностью не только распознавать, но и взаимодействовать с окружающим миром с высокой степенью адаптивности и интеллекта. Это открывает новые возможности для использования таких систем в реальных условиях, включая работу в сложных и изменчивых средах, где традиционные алгоритмы могут не справиться с динамичными объектами или изменяющимися условиями освещенности и перспективы.

Традиционные методы распознавания объектов ориентируются на анализ и выделение специфических признаков на изображениях. Среди таких алгоритмов наиболее известными являются SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), SURF (Speeded-Up Robust Features) и HOG (Histogram of Oriented Gradients). Метод SIFT, разработанный Д. Лоувом, извлекает ключевые точки, которые устойчивы к изменению масштаба, угла и освещенности [2]. Эти точки могут быть использованы для сопоставления изображений, регистрации и создания 3D-моделей. При этом SURF, предложенный Х. Бай, является улучшенной и более быстрой версией SIFT, использующей интегральные изображения для ускорения вычислений. HOG, созданный Н. Далалом и Б. Триттсом, фокусируется на распределении направлений градиентов и находит применение, например, в детекции пешеходов. Однако, несмотря

на их высокую эффективность, эти методы подвержены влиянию таких факторов, как изменение освещенности, перспектива и перекрытие объектов, что ограничивает их использование в сложных условиях.

С появлением методов машинного обучения распознавание объектов стало более динамичным, так как модели начинают извлекать признаки на основе обучающих данных. Алгоритмы, такие как SVM, деревья решений, случайные леса и  $k$ -NN ( $k$ -ближайших соседей), позволяют классифицировать объекты, используя заранее размеченные данные. Метод SVM, предложенный В. Вапником, строит гиперплоскость, разделяющую классы объектов в пространстве признаков, что позволяет эффективно классифицировать объекты в случаях, когда данные имеют четкую структуру и могут быть линейно разделены. Деревья решений, а также случайные леса, основываются на последовательных разветвлениях, что позволяет эффективно классифицировать объекты на основе их признаков, а случайный лес, благодаря использованию ансамбля деревьев, демонстрирует более высокую точность и устойчивость к переобучению. В свою очередь, метод  $k$ -NN определяет принадлежность объекта к классу, исходя из его близости к соседям в многомерном пространстве признаков. Эти методы требуют значительных вычислений, но являются очень гибкими, обеспечивая высокую обобщающую способность и позволяя адаптироваться к разным условиям [3]. Эти алгоритмы широко используются в задачах классификации, где ключевым аспектом является способность модели адаптироваться к новым, неизвестным данным.

В последние годы глубокие нейронные сети, особенно сверточные нейронные сети (CNN), заняли лидирующие позиции в области распознавания объектов, показывая выдающиеся результаты на множестве задач компьютерного зрения [4]. Эти сети работают, извлекая иерархические признаки из изображений через слои свертки и пулинга. Модели ResNet, разработанные командой Microsoft, решают проблему исчезающих градиентов, что позволяет работать с более глубокими нейронными сетями и достигать высокой точности в распознавании объектов. В то же время, алгоритм YOLO (You Only Look Once), предложенный Дж. Редмоном, значительно ускоряет детекцию объектов в реальном времени, что делает его крайне востребованным в задачах автономного вождения и видеонаблюдения. В отличие от более традиционных методов детекции, которые требуют многократного анализа изображения для поиска объектов, YOLO выполняет задачу за один проход, что существенно ускоряет процесс обработки. Эти методы, хоть и требуют большого объема данных и вычислительных мощностей для обучения, обеспечивают уникальную точность распознавания и могут работать в условиях реального времени, что важно для таких приложений, как робототехника и системы мониторинга [5].

Тем не менее, классические методы анализа признаков все еще находят применение в задачах, где важна высокая скорость обработки или ограничены вычислительные ресурсы. Например, HOG активно используется для детекции пешеходов в системах видеонаблюдения, где требуется быстрое и эф-

фективное решение с минимальными вычислительными затратами. Этот метод оказался крайне эффективным в детектировании пешеходов в реальном времени, что делает его популярным для установки в камеры безопасности и системы автоматического управления движением. Также SIFT и SURF применяются для решения задач с высокой детализацией, таких как сопоставление изображений в системах дополненной реальности. Методы машинного обучения, такие как SVM, также полезны, когда объем данных для обучения ограничен, хотя они уступают нейронным сетям в производительности при большом объеме данных и сложных задачах, требующих распознавания скрытых закономерностей в данных.

Глубокие нейронные сети продемонстрировали свою эффективность в области медицины, где их применяют для анализа рентгеновских снимков, томографий и гистологических образцов. Модели CNN способны автоматизировать процессы обнаружения опухолей и определения степени поражения органов, что значительно ускоряет диагностику. В некоторых случаях такие сети могут даже обрабатывать данные с более высокой точностью, чем человеческие специалисты, особенно в области раннего обнаружения заболеваний. Например, системы, использующие нейронные сети, могут автоматически выявлять малейшие изменения в тканях, что важно для ранней диагностики онкологических заболеваний. В автомобильной промышленности алгоритмы вроде YOLO и Faster R-CNN используются для распознавания пешеходов, дорожных знаков и других объектов, что способствует повышению безопасности и эффективности автономных транспортных средств. Эти технологии становятся важнейшими элементами в разработке автомобилей с автономным управлением, где каждый элемент системы должен работать с высокой точностью и в реальном времени, чтобы гарантировать безопасность и корректную работу транспортного средства.

Таким образом, методы распознавания объектов продолжают развиваться, предоставляя новые возможности для создания более точных и эффективных систем. Несмотря на высокую производительность современных нейронных сетей, классические методы и алгоритмы машинного обучения сохраняют свою актуальность в специфических приложениях, где важны скорость обработки и экономия вычислительных ресурсов. Прогресс в области глубокого обучения и нейронных сетей позволяет значительно повысить точность распознавания объектов, открывая новые горизонты для применения этих технологий в различных сферах жизни.

## Литература

- [1] Белов В.П., Сеница О.В. *Методы распознавания объектов в изображениях*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.
- [2] Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant key points. *International Journal of Computer Vision*, 2004. URL: <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/ijcv04.pdf> (accessed 15.02.2025).
- [3] Ярышев С.Н., Рыжова В.А. *Технологии глубокого обучения и нейронных сетей в задачах видеоанализа*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2022.

- [4] LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*, 2015, vol. 521 (7553), pp. 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- [5] Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 2012. URL: [https://www.ncheney.com/teaching/papers/Imagenet\\_classification\\_with\\_deep\\_convolutional\\_neural\\_networks--Krizhevsky\\_Sutskever\\_Hinton--2012.pdf](https://www.ncheney.com/teaching/papers/Imagenet_classification_with_deep_convolutional_neural_networks--Krizhevsky_Sutskever_Hinton--2012.pdf) (accessed 15.02.2025).

## Object recognition methods and algorithms: description, comparative analysis

Demin Daniil Petrovich

demindp1@student.bmstu.ru

Nikitenko Ulyana Vyacheslavovna

nikitenkouv@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Object recognition methods used in modern computer vision systems are considered. Algorithms such as methods based on machine learning, neural networks, and classical approaches, including algorithms based on feature analysis, are presented. It is shown that neural networks, in particular convolutional neural networks (CNNs), have achieved high results in object recognition tasks. It is concluded that the use of deep neural networks significantly improves the accuracy of object recognition in difficult conditions. Research also confirms the high effectiveness of these methods in various fields such as medicine, the automotive industry, and safety.*

**Keywords:** *object recognition, algorithms, neural networks, computer vision, deep learning*

УДК 004.3

## Разработка алгоритма сбора и обработки данных с автомобиля

Вершинин Евгений Владимирович

vershinin@bmstu.ru

Поляков Ян Александрович

polyakovya@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена разработка алгоритма сбора и обработки данных с автомобиля с использованием микроконтроллера ESP32 и контроллера шины CAN MCP2515. В качестве объекта исследования используется автомобиль Opel Meriva A. В условиях стремительного развития технологий диагностики транспортных средств важно создавать решения, позволяющие оперативно получать, анализировать и сохранять данные о состоянии автомобиля. Рассмотрены принципы работы CAN-шины, методы подключения и обработки полученных данных, а также организация их записи на SD-карту во время поездки. Важной особенностью системы является возможность автономного хранения данных с последующей их передачей на удаленный сервер при подключении к Wi-Fi.*

**Ключевые слова:** CAN-шина, микроконтроллер, MCP2515, ESP32, автомобиль, Opel Meriva A, SD-карта, MQTT-сервер

Современные автомобили оснащены множеством электронных систем, работающих через CAN-шину. Анализ данных с этой шины позволяет не только проводить диагностику неисправностей, но и получать важную информацию о работе автомобиля в реальном времени. В данной работе разрабатывается система сбора телеметрических данных с автомобиля Opel Meriva A с последующей их записью на SD-карту и передачей на удаленный сервер при наличии интернет-соединения. Используется микроконтроллер ESP32, который взаимодействует с CAN-шиной через контроллер MCP2515, а затем сохраняет обработанные данные на SD-карту. При подключении к Wi-Fi система отправляет накопленные данные на сервер.

Шина CAN (Controller Area Network) представляет собой промышленный стандарт передачи данных между электронными блоками управления (ЭБУ) автомобиля. Она используется для обмена информацией между различными узлами, такими как двигатель, коробка передач, тормозная система, система управления климатом и другими модулями. CAN-шина обладает высокой помехоустойчивостью, приоритетной системой обработки сообщений и возможностью передачи данных со скоростью от 125 кбит/с до 1 Мбит/с. Доступ к данным CAN-шины можно получить через диагностический разъем OBD-II, который поддерживает стандартизированные команды для считывания параметров автомобиля [1].

Основные компоненты системы включают:

- ESP32 — микроконтроллер с поддержкой Wi-Fi, который выполняет функции сбора, обработки и передачи данных;

- MCP2515 — CAN-контроллер, который подключается к шине автомобиля и позволяет ESP32 получать данные;
- SN65HVD230 — CAN-трансивер, преобразующий сигналы для корректной передачи между MCP2515 и CAN-шиной;
- SD-карта — используется для хранения данных во время поездки, если подключение к Wi-Fi отсутствует;
- удаленный сервер — сервер, который получает данные при наличии интернет-соединения, обрабатывает их и предоставляет доступ пользователю через веб-интерфейс [2];
- Opel Meriva A — тестируемый автомобиль, оснащенный OBD-II разъемом.

Алгоритм работы системы можно разделить на несколько последовательных этапов: инициализация оборудования, в ходе которой ESP32 устанавливает соединение с MCP2515, настраивает CAN-шину и проверяет наличие SD-карты; сбор данных, при котором MCP2515 получает данные с CAN-шины, декодирует их и передает ESP32; фильтрация сообщений, где ESP32 анализирует полученные сообщения, выбирая только значимые параметры, такие как скорость, обороты двигателя, температура охлаждающей жидкости и уровень топлива. В случае отсутствия соединения с Wi-Fi обработанные данные записываются в файл на SD-карте с отметкой времени. ESP32 периодически проверяет наличие сети и, если Wi-Fi доступен, считывает данные с SD-карты и отправляет их на сервер по MQTT. После успешной отправки файл на SD-карте очищается. Далее сервер принимает данные, записывает их в базу данных и отображает через веб-интерфейс, после чего владелец автомобиля или сервисный центр могут просматривать данные в режиме реального времени, анализировать статистику и получать уведомления о возможных неисправностях [3].

Разработанная система позволяет собирать и передавать телеметрические данные с автомобиля, сохраняя их на SD-карту во время поездки и отправляя на удаленный сервер при подключении к Wi-Fi. Это позволяет вести статистику работы двигателя, прогнозировать возможные неисправности и анализировать параметры автомобиля в режиме реального времени. В перспективе возможно расширение системы за счет разработки мобильного приложения для доступа к данным в удобном формате, внедрения облачного хранения информации с возможностью построения графиков и аналитики, использования алгоритмов машинного обучения для предсказания неисправностей на основе накопленных данных и подключения дополнительных датчиков для более детального мониторинга состояния автомобиля [4]. Таким образом, предложенная система может найти применение как среди автолюбителей, так и в сфере профессионального мониторинга транспортных средств.

## Литература

- [1] Корягин В.А., Порохня А.А. *Принципы формирования системы дистанционной диагностики транспортного средства*. Ставрополь, СКФУ, 2022, с. 947–958.



- [2] Иванов Д.С., Смирнов П.А. *Использование терминалов мониторинга транспорта при анализе параметров движения*. Санкт-Петербург, СПбПУ, 2021, с. 312–320.
- [3] Васильев К.Л., Егоров Т.М. *Сравнение эффективности применения различных технологий передачи данных для транспортных систем*. Казань, КНИТУ, 2019, с. 112–118.
- [4] Андреев Ю.Г., Козлов И.П. *Система контроля и мониторинга маршрутизированных транспортных средств на основе CAN-шины*. Екатеринбург, УрФУ, 2023, с. 530–538.

## Development of an algorithm for collecting and processing data from a car

**Vershinin Evgeny Vladimirovich**

vershinin@bmstu.ru

**Polyakov Yan Aleksandrovich**

polyakovyaa@student.bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This paper discusses the development of an algorithm for collecting and processing data from a car using an ESP32 microcontroller and an MCP2515 CAN bus controller. The object of the study is an Opel Meriva A. In the context of the rapid development of vehicle diagnostic technologies, it is important to create solutions that allow you to quickly receive, analyze and save data on the state of the car. The paper discusses the principles of operation of the CAN bus, methods for connecting and processing the received data, as well as the organization of their recording on an SD card during a trip. An important feature of the system is the ability to store data autonomously and then transfer it to a remote server when connected to Wi-Fi.*

**Keywords:** *CAN bus, microcontroller, MCP2515, ESP32, car, Opel Meriva A, SD card, MQTT server*

УДК 004.855.5

## Автоматическое тегирование событий футбольного матча на основе видеоданных

Вершинин Евгений Владимирович

vershinin@bmstu.ru

Сафин Павел Римович

spr20ki167@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена проблема автоматического тегирования событий футбольного матча с использованием нейросетевых моделей. Описаны методы предварительной обработки данных, включая разбиение видеопотока на кадры, нормализацию изображений и аугментацию данных для повышения устойчивости модели. Рассмотрены подходы к распознаванию ключевых моментов, такие как выделение пространственных признаков с помощью сверточных нейросетей и анализ временных зависимостей через рекуррентные сети. В качестве основной архитектуры предложена комбинация ResNet и LSTM, которая позволяет эффективно анализировать футбольные события, включая голы, карточки, офсайды и опасные моменты.*

**Ключевые слова:** автоматическое тегирование, анализ видео, компьютерное зрение, машинное обучение, нейросетевые модели, ResNet, LSTM, спортивная аналитика, футбольные события, распознавание действий

Автоматический анализ спортивных событий является актуальной задачей в области компьютерного зрения и машинного обучения. Одним из наиболее сложных видов контента для анализа является футбольный матч, который характеризуется динамическими изменениями сцены, большим количеством игроков и сложными взаимодействиями [1]. Основная цель данной работы — разработка модели, способной анализировать видеопоток футбольного матча и автоматически присваивать тегированные метки ключевым событиям.

Для обучения модели требуется обширный датасет, содержащий видеозаписи матчей и их разметку по ключевым событиям. Источники данных могут включать:

- открытые датасеты: например, SoccerNet, FIFA Dataset и другие наборы данных, содержащие размеченные события матчей;
- полные трансляции матчей: видеопоток, полученный с различных спортивных каналов или официальных трансляций;
- аннотированные нарезки событий: фрагменты видео, в которых вручную выделены важные моменты (например, голы, офсайды, нарушения).

Разметка данных является важным этапом подготовки датасета. Она может выполняться вручную, когда эксперты просматривают видео и указывают временные метки ключевых событий, или с использованием полуавтоматических инструментов, которые анализируют аудио- и видеопоток для предварительной разметки. В процессе аннотации могут использоваться дополнительные источники данных:

– аудиодорожки матчей: анализ комментариев, шума трибун и голосов судей может помочь точнее определять события (например, повышение громкости комментатора при голе);

– трекары игроков и мяча: использование данных о координатах игроков и мяча может улучшить точность идентификации событий, особенно при определении офсайдов и штрафных ударов [2].

Для улучшения качества обучения модели проводится аугментация данных, включающая изменение яркости, контраста, разрешения, а также добавление искусственных шумов. Это помогает сделать модель устойчивой к различным условиям съемки и освещения [3].

Автоматическое тегирование событий включает несколько этапов, каждый из которых играет важную роль в процессе распознавания ключевых моментов матча [4]:

– извлечение ключевых кадров: использование OpenCV для разбиения видео на последовательности изображений с заданной частотой кадров. Это позволяет выделить наиболее информативные моменты, уменьшить объем обрабатываемых данных и сократить избыточность кадров;

– предобработка изображений: включает изменение размера, нормализацию, а также аугментацию данных (вращение, изменение яркости и контрастности) для улучшения устойчивости модели к вариациям в видеопотоке;

– глубокая сверточная сеть (ResNet): используется для извлечения пространственных признаков из каждого кадра. ResNet обучается на размеченных данных, выявляя характерные паттерны, например, движение мяча, положение игроков, изменение освещенности;

– рекуррентная сеть (LSTM): после извлечения признаков с помощью ResNet они передаются в LSTM, которая анализирует временные зависимости между последовательными кадрами. Это позволяет учитывать контекст матча, что особенно важно при распознавании событий, требующих анализа последовательности действий, например, гола или нарушения;

– классификация событий: финальный этап, на котором полносвязный слой модели присваивает кадрам вероятностные метки соответствующих событий (например, «гол», «угловой», «офсайд»). На данном этапе применяется функция потерь, например, CrossEntropyLoss, для оптимизации предсказаний модели и повышения точности классификации.

Выбранная архитектура основана на комбинации сверточной нейросети ResNet и рекуррентной сети LSTM. Сверточная нейросеть (CNN) отвечает за выделение пространственных признаков на каждом кадре видео, а рекуррентная сеть (LSTM) анализирует временную зависимость между последовательными кадрами. Такая комбинация позволяет учитывать как статические, так и динамические аспекты футбольного матча, что особенно важно при детекции событий, развивающихся во времени.

#### **Реализация модели. Предобработка видео:**

– разбиение видео на кадры с частотой 1 FPS для уменьшения объема данных и сохранения ключевых изменений сцены;

– изменение разрешения изображений и нормализация значений пикселей для обеспечения единообразия входных данных;

– аугментация данных (изменение яркости, поворот, масштабирование) для повышения устойчивости модели к различным условиям освещения и углам съемки.

Обучение нейросети:

– использование предобученной ResNet-18 с удалением полносвязного слоя и заменой его на новую архитектуру, оптимизированную для задач классификации футбольных событий;

– извлечение признаков с помощью ResNet и передача их в LSTM, которая анализирует последовательность кадров;

– добавление полносвязного слоя с функцией активации softmax для классификации на заданные категории событий (например, «гол», «фол», «офсайд»).

Оптимизация модели:

– функция потерь: CrossEntropyLoss, подходящая для многоклассовой классификации;

– оптимизатор: Adam с динамическим изменением скорости обучения для повышения эффективности обучения;

– использование dropout и batch normalization для предотвращения переобучения;

– балансировка классов в обучающем наборе данных для повышения точности предсказаний на редкие события.

Таким образом, автоматическое тегирование футбольных событий на основе нейросетей — перспективное направление, которое может применяться для создания нарезок матчей, улучшения спортивной аналитики и автоматизации комментариев. В будущем возможно улучшение точности модели за счет мультимодального анализа (видео + аудио) и применения трансформеров для обработки видеопотока.

## Литература

- [1] Амонтурдиев Б.К. Анализ разбора стиля игры команды для контратаки в футболе. *Столица науки*, 2020, № 4 (21), с. 358–362.
- [2] Колчина Е.Ю. Фитнес-трекер как стимулятор физической активности и его влияние на здоровье и нагрузку человека. *Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля*, 2022, № 8 (62), с. 51–54.
- [3] Ложкин И.А., Дунаев М.Е., Зайцев К.С., Гармаш А.А. Аугментация наборов изображений для обучения нейронных сетей при решении задач семантической сегментации. *International Journal of Open Information Technologies*, 2023, т. 11, № 1, с. 109–117.
- [4] Рябко В.В. Видеоаналитика с использованием сверточной нейронной сети. *Международ. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посв. 300-летию Российской академии наук. Нац. конф. с междунар. уч.: сб. докл.* Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022, с. 357–360.

## Automatic tagging of football match events based on video data

**Vershinin Evgeny Vladimirovich**

vershinin@bmstu.ru

**Safin Pavel Rimovich**

spr20ki167@student.bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This paper addresses the problem of automatic tagging of football match events using neural network models. Data preprocessing methods are described, including splitting the video stream into frames, image normalization, and data augmentation to improve the robustness of the model. Approaches to recognizing key moments are considered, such as extracting spatial features using convolutional neural networks and analyzing temporal dependencies through recurrent networks. A combination of ResNet and LSTM is proposed as the main architecture, which allows for efficient analysis of football events, including goals, cards, offsides, and dangerous moments.*

**Keywords:** *minimal tagging, video analysis, computer vision, machine learning, neural network models, ResNet, LSTM, sports analytics, football events, action recognition*

УДК 004.62

## Технологии обработки и хранения больших массивов данных (Big Data)

Осмоловский Павел Евгеньевич pashos-2004@yandex.ru

Никитенко Ульяна Вячеславовна nikitenkouv@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены основные технологии обработки и хранения больших массивов данных (Big Data). Целью исследования является получение представления об актуальных способах анализа различных видов информации и решениях для сохранения результатов и «сырых» сведений. Рассмотрены наиболее популярные на сегодняшний день паттерны, такие как пакетная, потоковая и гибридная обработка, показаны архитектуры и методы хранения Big Data, включающие в себя: СУБД, распределенные системы, Data Warehouse, Data Lake, облачные средства.*

**Ключевые слова:** большие массивы данных, Big Data, паттерны обработки данных, хранение больших данных, пакетная, потоковая и гибридная обработка, СУБД, Data Lake, распределенные системы, Data Warehouse

В современном мире ежедневно появляется огромное количество новых данных в самых различных сферах деятельности, что ставит задачи хранения и обработки постоянного увеличивающегося потока информации.

Для начала стоит разобраться в том, что такое большие данные (Big Data) и какие сложности возникают при работе с ними. Big Data (в переводе с английского «Большие данные») — это термин, используемый для описания колоссальных объемов данных, которые невозможно эффективно обработать с использованием традиционных методов [1].

Для описания больших данных используют множество различных характеристик, основными из них являются объем, скорость, разнообразие. Эти критерии определяются концепцией под названием «3V» и означают: объем — большой размер данных (поступление от сотни гигабайт в день); скорость — высокий темп генерации новых данных; разнообразие — различие типов данных и их многообразие [2]. В современной литературе также можно найти упоминание и других теорий, например 5V, в которой добавляются понятия достоверности (насколько точные и качественные данные находятся в нашем распоряжении) и ценности (значимость и необходимость информации для нас) [3], 6V, 7V и других V, используемых для более точного описания конкретных данных в зависимости от потребностей.

Очевидно, что обычные методы хранения и обработки информации являются не только крайне неэффективными, но и в большинстве случаев просто бесполезными при их применении в области больших данных. Вследствие чего появилось множество нестандартных и куда более производительных способов организации работы с таким количеством сведений.

Все подходы к обработке больших данных можно разделить на 3 большие группы.

Пакетная обработка (Batch Processing) — способ обработки больших массивов данных, при котором информация сначала накапливается, а затем целым пакетом обрабатывается в заранее определенное время. Такие системы относительно просто реализовываются, однако они не способны мгновенно предоставлять результаты своей работы, т. к. для ответа им требуется сначала закончить обработку текущего пакета для актуализации сведений [4]. При построении пакетных систем используют такие технологии как: Hadoop MapReduce (распределенная обработка на кластерах), Apache Spark (фреймворк с открытым исходным кодом) или др.

Когда одним из главных требований к паттерну является быстрый отклик на запросы выбирают потоковую обработку (Stream Processing) — метод, при котором данные анализируются по мере их поступления в систему, обеспечивая оперативную реакцию на требования [5]. Популярными решениями для такого случая являются Apache Kafka (брокер сообщений для потоковой передачи) и Apache Flink (событийно-ориентированный фреймворк).

Однако иногда при проектировании понимаем, что нужны особенности сразу двух предыдущих типов, здесь на помощь приходят гибридные системы — при такой реализации данные берутся небольшими пакетами, накопленными за короткий промежуток времени. Lambda-архитектура является одной из самых популярных реализаций гибридных обработчиков.

Другой проблемой больших данных является способ их эффективного хранения и оперативного получения. Для этих целей постоянно появляются новые решения, а также улучшаются старые. Рассмотрим наиболее распространенные на данный момент подходы.

СУБД (системы управления базами данных) используются для структурированной (реляционные БД) и полуструктурированной (NoSQL БД) информации, где могут понадобиться транзакции и не требуется потоковая обработка. Кроме того, не стоит их использовать при хранении нескольких петабайт данных или полностью неструктурированных данных, таких как видео или звук. Конкретная система выбирается исходя из возможностей СУБД, а также информации, которую предстоит хранить.

Распределенные файловые системы разделяют большие массивы данных по множеству серверов. Это обеспечивает крайне быстрый доступ к данным и высокую отказоустойчивость.

Также популярными становятся облачные решения хранения информации, так как они избавляют от проблем с покупкой, настройкой, обслуживанием и модернизацией серверов, что позволяет сэкономить бюджет компании [6].

Data Warehouse — единое хранилище структурированной и обработанной информации, упрощает анализ полученных данных.

Data Lake — сохраняет «сырые» данные абсолютно любого вида (структурированные, полуструктурированные или неструктурированные), обеспе-

чивая высокую гибкость системы и возможность сохранения разнородных данных.

Подводя итог всему вышесказанному, можно заметить, что большие массивы данных стали неотъемлемой частью нашей жизни, они используются повсеместно: в бизнесе, науке, государственном управлении, обучении искусственного интеллекта и во многих других областях нашей жизни. Каждый день разрабатываются новые методы хранения и обработки Big Data, а также улучшаются старые. Такое разнообразие позволяет легко выбрать наиболее эффективные технологии для конкретных задач и формата данных.

## Литература

- [1] *Что такое Big Data и как они меняют мир*. URL: <https://lenta.ru/articles/2023/11/27/chto-takoe-big-data/> (дата обращения 10.04.2024).
- [2] *Концепция 3V в Big Data*. URL: <https://ensi.tech/glossary/tpost/hz87112901-kontseptsiya-3v> (дата обращения 10.04.2024).
- [3] *5V Big Data: Volume, Velocity, Variety, Veracity, Value*. URL: <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/5-Vs-of-big-data> (дата обращения 10.04.2024).
- [4] *Асинхронная и пакетная обработка данных в распределенных системах*. URL: [https://turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.b5ece2e1-67eb006f-71f51f13-74722d776562/https://www.geeksforgeeks.org/asynchronous-vs-batch-data-processing-in-distributed-systems/](https://turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.b5ece2e1-67eb006f-71f51f13-74722d776562/https://www.geeksforgeeks.org/asynchronous-vs-batch-data-processing-in-distributed-systems/) (дата обращения 10.04.2024).
- [5] *Big Data: технологии и применение*. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/757098/> (дата обращения 10.04.2024).
- [6] *Big Data: основные понятия*. URL: [https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/bigdata?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/bigdata?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (дата обращения 10.04.2024).

## Technologies for processing and storing large amounts of data (Big Data)

Osmolovsky Pavel Evgenievich

pashos-2004@yandex.ru

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article discusses the main technologies for processing and storing large amounts of data (Big Data). The purpose of the study is to gain an understanding of relevant ways to analyze various types of information and solutions for preserving results and “raw” information. The most popular patterns such as batch, streaming, and hybrid processing will be considered, and Big Data storage architectures and methods will be shown, including: DBMS, distributed systems, Data Warehouse, Data Lake, and cloud tools.*

**Keywords:** large data arrays, Big Data, data processing patterns, big data storage, batch, streaming and hybrid processing, DBMS, Data Lake, distributed systems, Data Warehouse



УДК 004.89

## Мамба: эффективная обработка длинных последовательностей в NL2Code

Сафронов Никита Сергеевич

safronovns@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Задачи генерации программного кода на основе естественного языка (NL2Code) сталкиваются с проблемой обработки длинных и сложных последовательностей, таких как вложенные алгоритмы или многофайловые проекты. Традиционные архитектуры, включая трансформеры, демонстрируют ограниченную эффективность из-за квадратичной вычислительной сложности механизма внимания. Представлен архитектурный подход Мамба, основанный на модифицированных State-Space Models (SSM), который решает эти проблемы за счет линейной сложности, динамического управления контекстом и адаптивного позиционного кодирования.*

**Ключевые слова:** архитектура Мамба, NL2Code, State-Space Models, линейная вычислительная сложность, динамическое управление контекстом, адаптивное позиционное кодирование, генерация программного кода

Современные задачи генерации программного кода на основе естественного языка (Natural Language to Code, NL2Code) требуют обработки сложных и протяженных последовательностей данных, таких как алгоритмы с глубокой вложенностью, многофайловые проекты или цепочки зависимостей между модулями [1]. Традиционные архитектуры, включая трансформеры, демонстрируют снижение эффективности при работе с такими структурами из-за их квадратичной вычислительной сложности, обусловленной механизмом внимания [2]. Это ограничивает их применимость в реальных сценариях разработки, где анализ контекста на уровне тысяч токенов становится критически важным.

Архитектура Мамба, разработанная для эффективной работы с длинными последовательностями, сочетает инновационные подходы, решающие ключевые проблемы традиционных моделей, таких как трансформеры. Ее уникальные особенности включают линейную вычислительную сложность, динамическое управление контекстом и адаптивное позиционное кодирование, что делает ее оптимальной для задач генерации кода на основе естественного языка (NL2Code).

В основе Мамба лежит модифицированная версия State-Space Models (SSM), где каждый токен последовательности обрабатывается через дифференциальные уравнения, связывающие скрытое состояние  $h(t)$  с входными данными  $x(t)$  [3]. В отличие от классических SSM, Мамба вводит селективность — параметры матриц динамически меняются в зависимости от входных данных, что позволяет модели фильтровать шум и акцентироваться

на структурно значимых элементах кода (например, скобках или ключевых словах). В отличие от трансформеров, требующих квадратичных затрат из-за механизма внимания, Mamba обновляет скрытые состояния рекуррентно, сохраняя релевантный контекст без анализа всех пар токенов.

Mamba решает проблему потери контекста в длинных последовательностях за счет динамического управления состояниями. Модель сжимает историю, сохраняя только значимую информацию, например области видимости переменных во вложенных функциях. Рекуррентные переходы между состояниями обеспечивают непрерывность контекста, что критически важно для NL2Code, где логика кода может зависеть от ранних частей программы. Например, при генерации SQL-запросов Mamba корректно обрабатывает сложные JOIN-операции, сохраняя иерархию условий на протяжении всей последовательности.

Для обработки синтаксических особенностей языков программирования Mamba использует адаптивное позиционное кодирование [4]. Вместо фиксированных эмбеддингов, как в трансформерах, модель генерирует динамические позиционные коды, учитывающие структуру кода. Это позволяет модели различать синтаксические роли элементов: ключевые слова, операторы и комментарии.

Комбинация линейной сложности, динамического контекста и адаптивного позиционирования делает Mamba эффективной для:

- генерации кода с глубокой вложенностью;
- рефакторинга унаследованного кода с автоматическим выделением модулей и добавлением комментариев;
- создания unit-тестов, охватывающих все ветки логики программы.

По сравнению с традиционными моделями, такими как трансформеры, Mamba демонстрирует ряд значительных преимуществ, которые делают ее особенно подходящей для задач генерации кода на основе естественного языка (NL2Code).

Во-первых, масштабируемость архитектуры позволяет обрабатывать последовательности длиной более 2000 токенов без потери точности. Это особенно важно в программировании, где код может быть длинным и сложным, включая многоуровневые структуры данных, цепочки зависимостей или файлы с большим количеством строк. Традиционные трансформеры сталкиваются с ограничениями из-за квадратичной сложности механизма внимания, что делает их менее эффективными для таких задач.

Во-вторых, модель демонстрирует исключительную контекстную устойчивость, сохраняя релевантный контекст даже в сложных и вложенных структурах. Это особенно важно для задач NL2Code, где текущие действия могут зависеть от ранее обработанных частей кода, таких как объявления переменных или условия в начале программы.

Наконец, Mamba обладает высокой адаптивностью к синтаксическим особенностям языков программирования. Это позволяет модели не только корректно интерпретировать структуру кода, но и генерировать его в соот-

ветствии с принятыми стандартами, что значительно улучшает читаемость и поддерживаемость результатов.

Эти преимущества — масштабируемость, контекстная устойчивость и адаптивность — делают Mamba идеальным выбором для задач NL2Code, где требуется анализ длинных и сложных последовательностей данных. Модель не только сохраняет точность на протяжении всей последовательности, но и предлагает решения, которые учитывают специфику языков программирования, что критически важно для создания функционального и исполнимого кода.

Несмотря на значительные преимущества архитектуры Mamba, ее применение сопряжено с рядом ограничений.

Модель может ошибаться в связывании удаленных зависимостей. Такие ошибки снижают надежность генерации кода в сложных проектах, где взаимосвязи между компонентами играют ключевую роль.

Mamba требует больших объемов данных с явными контекстными зависимостями для эффективного обучения. Это ограничивает применимость модели в нишевых областях, где данные недостаточно репрезентативны или отсутствуют.

Сложность анализа внутренних состояний State-Space Models (SSM) затрудняет понимание решений модели. Это ограничивает использование Mamba в сценариях, где прозрачность алгоритмов является обязательным требованием.

Архитектура Mamba представляет собой значительный шаг вперед в решении задач генерации программного кода на основе естественного языка (NL2Code). Ее ключевое преимущество — линейная вычислительная сложность, которая позволяет эффективно обрабатывать последовательности длиной более 2000 токенов, сохраняя контекстную целостность даже в сложных структурах. Это делает ее незаменимой для сценариев, где традиционные трансформеры сталкиваются с ограничениями из-за квадратичной сложности механизма внимания.

## Литература

- [1] Desai A., Gulwani S., Hingorani V., et al. Program Synthesis Using Natural Language. *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1509.00413>
- [2] Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N., Kaiser L., Polosukhin I. Attention Is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>
- [3] Gu Z., Goel K., Li D., Liu H., Dao T., Rudra A., Re C. Mamba: Linear-Time Sequence Modeling with Selective State Spaces. *Arxiv:2312.00752v2*, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.00752>
- [4] Yin P., Neubig G. A Syntactic Neural Model for General-Purpose Code Generation. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 2017, arXiv:1704.01696v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1704.01696>

## Mamba: efficient processing of long sequences in NL2Code

Safronov Nikita Sergeevich

safronovns@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Tasks of generating program code based on natural language (NL2Code) face the challenge of processing long and complex sequences, such as nested algorithms or multi-file projects. Traditional architectures, including transformers, demonstrate limited efficiency due to the quadratic computational complexity of the attention mechanism. The article presents the Mamba architectural approach, based on modified State-Space Models (SSM), which addresses these issues through linear complexity, dynamic context management, and adaptive positional encoding.*

**Keywords:** Mamba architecture, Natural Language to Code (NL2Code), State-Space Models (SSM), linear computational complexity, dynamic context management, adaptive positional encoding, code generation

УДК 004.89

## Глубокие нейронные сети в задаче распознавания агрессивного поведения на видео

Шведов Иван Александрович

ivan.shvedov7@mail.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено применение методов глубокого обучения для задачи распознавания агрессивного поведения на видеозаписях. Этот подход позволяет значительно повысить точность и надежность систем видеонаблюдения, автоматизируя процесс выявления потенциальных угроз. Глубокие нейронные сети, такие как сверточные модели (CNN), рекуррентные сети (RNN) и трансформеры, эффективно анализируют пространственно-временные зависимости в видеопотоке, что делает их незаменимыми в системах безопасности и мониторинга общественного порядка.*

**Ключевые слова:** *глубокое обучение, распознавание, нейронные сети, поведение человека*

Глубокие нейронные сети (ГНС) представляют собой мощный инструмент для анализа видеоданных, включая задачу распознавания агрессивного поведения. Современные методы компьютерного зрения, основанные на глубоком обучении, позволяют извлекать сложные пространственно-временные зависимости из видеопотока, что особенно важно для детектирования действий в динамической среде. Распознавание агрессии на видео является актуальной задачей в таких областях, как системы безопасности, мониторинг общественного порядка, анализ поведения в медицине и психологии [1].

Одним из ключевых преимуществ ГНС в этой задаче является способность автоматически выделять релевантные признаки без необходимости ручного проектирования дескрипторов. Классические методы анализа видео, такие как оптический поток или гистограммы направлений градиентов, требуют явного задания признаков, что делает их менее универсальными по сравнению с глубокими моделями. Современные сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные сети (RNN), включая их комбинации в виде архитектур CNN-LSTM, способны эффективно моделировать пространственные и временные зависимости, характерные для различных форм агрессивного поведения.

Основным источником данных для обучения таких систем являются размеченные видеодатасеты, содержащие примеры различных форм агрессии, например драки, крики, угрожающие жесты. Среди популярных датасетов можно выделить Hockey Fight, Movies Fight Dataset, UCF Crime и другие, содержащие как постановочные, так и реальные сцены агрессии. Для обучения глубокой нейронной сети обычно требуется большой объем данных, поэтому активно применяются методы увеличения данных (data augmentation), такие

как изменение яркости, вращение, отражение кадров, а также генерация синтетических примеров с помощью генеративных моделей [2].

Существуют различные подходы к построению моделей для детектирования агрессии. Один из наиболее распространенных — использование предварительно обученных сверточных сетей, таких как ResNet, EfficientNet или MobileNet, в качестве экстракторов признаков, которые затем передаются в рекуррентную сеть, например LSTM или GRU, для обработки временной информации. Такой подход позволяет комбинировать мощные возможности CNN по выделению пространственных особенностей с возможностью RNN анализировать последовательность кадров. Более сложные архитектуры, такие как трансформеры, включая Vision Transformer (ViT) и его модификации, также начинают активно применяться в этой задаче, поскольку способны эффективно моделировать долгосрочные зависимости в видеопотоке.

Одним из важных аспектов является выбор метода детектирования агрессивного поведения. Подходы делятся на кадровый и потоковый анализ. В первом случае модель оценивает каждый кадр видео независимо, что требует постобработки результатов для выявления последовательностей с агрессивными действиями. Потоковый анализ, напротив, учитывает всю последовательность кадров сразу, что делает его более точным, но требует значительных вычислительных ресурсов. Важную роль играют методы постобработки, включая фильтрацию ложных срабатываний, объединение фрагментов с агрессией в единый временной сегмент и расчет вероятности агрессивного поведения на основе нескольких источников данных.

Эффективность работы ГНС в задаче распознавания агрессивного поведения на видео во многом зависит от качества разметки данных и стратегии обучения. Один из популярных методов повышения точности — использование многозадачного обучения (multi-task learning), когда сеть обучается одновременно на нескольких связанных задачах, например детекции объектов, анализе поз и предсказании действия. Также применяются методы самонаблюдаемого обучения (self-supervised learning), позволяющие использовать неразмеченные данные для предварительного обучения модели перед ее дообучением на размеченном датасете [3].

На практике системы автоматического анализа агрессии на видео сталкиваются с рядом сложностей. К ним относятся вариативность условий съемки, разнообразие агрессивных действий, индивидуальные различия в поведении людей, а также возможные искажения видео, такие как шум, низкое разрешение или сильное освещение. Для повышения надежности используются ансамблевые методы, объединяющие предсказания нескольких моделей, а также байесовские подходы для оценки степени уверенности предсказания.

В последние годы активно развиваются методы объяснимого искусственного интеллекта (XAI), позволяющие понять, какие именно признаки использует нейронная сеть для классификации агрессивного поведения. Такие методы, как Grad-CAM и SHAP, помогают выявить ключевые области изображения, на которые ориентируется модель, что способствует ее дора-

ботке и адаптации к новым условиям. Это особенно важно в контексте практического применения, например в судебных разбирательствах или системах мониторинга общественного порядка, где требуется объяснимость решений модели [4].

Таким образом, глубокие нейронные сети демонстрируют высокую эффективность в задаче распознавания агрессивного поведения на видео, позволяя автоматизировать процесс анализа и снизить нагрузку на операторов систем безопасности. Однако для достижения высокой точности требуется тщательная подготовка данных, использование современных архитектур и учет реальных условий применения. Развитие новых методов, таких как трансформеры, самообучение и объяснимый искусственный интеллект, будет способствовать дальнейшему улучшению качества детекции агрессии, делая системы более надежными и адаптивными к различным сценариям.

### Литература

- [1] Zhang H.B., Zhang Y.X., Zhong B., Lei Q., Yang L., Du J.X., Chen D.S. A comprehensive survey of vision-based human action recognition methods. *Sensors*, 2019, vol. 19 (5), no. 1005.
- [2] Sujata Gupta N., Ramya K., Karnati R. A Review Work: Human action recognition in video surveillance using deep learning techniques. *Informatics and Automation*, 2024, vol. 23, no. 2, pp. 436–466. <https://doi.org/10.15622/ia.23.2.5>
- [3] Zhang J., Zi L., Hou Y., Wang M., Jiang W., Deng D. A DL-based approach to enable action recognition for construction equipment. *Advances in Civil Engineering*, 2020, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1155/2020/8812928>
- [4] Козловский А.В., Волощук В.И., Мельник Я.Э. Система распознавания девиантного поведения в видеопотоке с использованием нейронных сетей и других методов машинного обучения. *Известия ТулГУ. Технические науки*, 2023, № 2, с. 77–82.

## Deep neural networks in the task of recognizing aggressive behavior on video

Shvedov Ivan Alexandrovich

ivan.shvedov7@mail.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article discusses the application of deep learning methods for the task of recognizing aggressive behavior on video recordings. This approach significantly improves the accuracy and reliability of video surveillance systems by automating the process of identifying potential threats. Deep neural networks, such as convolutional models (CNNs), recurrent networks (RNNs), and transformers, effectively analyze the space-time dependencies in a video stream, which makes them indispensable in security and public order monitoring systems.*

**Keywords:** deep learning, recognition, neural networks, human behavior

УДК 004.932.2

## Оптимизация предобработки данных для повышения точности распознавания жестового языка

Самсонова Марина Александровна

samsonovama@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены методы предобработки данных для повышения точности распознавания жестового языка. Представлены подходы к очистке и нормализации видеоданных, включая фильтрацию шума, устранение выбросов и унификацию параметров изображения. Показано, что применение аугментации и генеративных моделей повышает обобщающую способность нейросетевых алгоритмов. Сделаны выводы, что оптимизация предобработки данных способствует увеличению точности распознавания жестового языка и может применяться в автоматизированных системах перевода и человеко-компьютерных интерфейсах.*

**Ключевые слова:** жестовый язык, предобработка данных, аугментация, распознавание видео

Оптимизация предобработки данных для повышения точности распознавания жестового языка представляет собой важный этап в разработке эффективных моделей машинного обучения. Одной из основных проблем является наличие шума, различий в освещении, изменяющихся ракурсов съемки и разнородных форматов данных, что негативно влияет на точность предсказаний и увеличивает время обучения моделей [1]. Именно поэтому корректная предобработка входных видеоданных играет ключевую роль в снижении количества ошибок, улучшении обобщающей способности и оптимизации вычислительных ресурсов.

Очистка данных начинается с устранения искаженных кадров, фильтрации шума и выбросов, что особенно важно при анализе видеозаписей с нерелевантными движениями или сложными условиями освещения. Для этих целей используются различные алгоритмы шумоподавления, включая гауссовы фильтры, медианную фильтрацию и нейросетевые методы [2]. Применение таких подходов повышает качество изображений, делая процесс детекции жестов более точным. Исследования показывают, что удаление неинформативных пикселей и артефактов позволяет снизить вероятность ложного срабатывания алгоритмов распознавания [3].

Следующим этапом является нормализация данных, которая обеспечивает унификацию их характеристик. Чаще всего используется преобразование изображений в градации серого или нормализация RGB-каналов, что позволяет минимизировать влияние освещения [4]. Важно учитывать и глубину сцены, так как нормализация с помощью RGB-D камер способствует лучшему анализу пространственного расположения жестов и точному распознава-



нию движений. Не менее значимым аспектом является нормализация временных параметров видео. Приведение кадровой частоты к стандартным значениям помогает устранить вариативность исполнения жестов разными людьми, минимизируя влияние индивидуальных темпов движений.

Для расширения обучающего набора данных широко используется аугментация. Изменение параметров освещенности и контрастности изображений помогает моделям адаптироваться к разным условиям съемки, а пространственные трансформации, такие как повороты, масштабирование и зеркальное отражение, снижают чувствительность к изменению ракурса. Временная аугментация, включающая варьирование скорости воспроизведения видеозаписей, делает алгоритмы более гибкими, а добавление искусственного шума повышает устойчивость моделей к внешним помехам [5].

Еще одним перспективным направлением является использование нейросетевых генеративных моделей (GAN) для создания синтетических данных. Эти модели обучаются на реальных видеозаписях, генерируя новые примеры, которые сохраняют структуру движений и увеличивают вариативность обучающего набора [6]. Однако чрезмерное применение аугментации может привести к нежелательным изменениям исходных движений, поэтому важно сохранять баланс между разнообразием данных и их соответствием реальным жестам.

Современные системы распознавания жестов используют не только анализ видеопоследовательностей, но и выделение ключевых точек рук, лица и тела. Такой подход позволяет уменьшить избыточность входных данных и повысить точность интерпретации жестов. Например, использование позовых моделей, таких как OpenPose или MediaPipe, помогает исключить несущественные элементы фона, фокусируясь на важных деталях движений [7].

Для улучшения интерпретации движений применяются скелетные модели, которые позволяют представить жесты в упрощенном виде, сохраняя их структуру. Это не только снижает вычислительную нагрузку на модель, но и делает анализ последовательности движений более точным. Дополнительно используются методы оптического потока, которые помогают учитывать динамику движений, что особенно актуально при распознавании связной речи на жестовом языке [8].

Оптимизация preprocessing данных также включает методы сжатия, такие как анализ главных компонент (PCA) и автоэнкодеры, которые уменьшают размерность данных, исключая избыточную информацию. Дополнительно активно развиваются многомодальные подходы, включающие использование данных с IMU-сенсоров и других датчиков движения. Интеграция информации из различных источников повышает точность распознавания, особенно в условиях сложного фона или частичного перекрытия рук.

Использование современных архитектур нейросетей, таких как трансформеры и механизмы внимания, значительно улучшает способность моделей учитывать последовательность движений. Это особенно важно для распознавания жестового языка в контексте связной речи. Графовые нейросети

также показывают высокую эффективность в анализе пространственно-временных паттернов движений, делая их перспективными для дальнейшего развития систем распознавания жестов.

Таким образом, предобработка данных является неотъемлемым этапом в создании эффективных систем автоматического распознавания жестового языка. Очистка, нормализация и аугментация видеоданных позволяют существенно повысить точность моделей и их устойчивость к внешним факторам, таким как освещение, фоновые шумы и индивидуальные вариации движений.

## Литература

- [1] Camgoz N.C., Koller O., Hadfield S., Bowden R. Neural sign language translation. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2018, pp. 7784–7793. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00812>
- [2] Zhang J., Liu W., Wu Y., Zhang Y. A Comprehensive review of vision-based sign language recognition. *International journal of pattern recognition and artificial intelligence*, 2016, vol. 30 (2), art. no. 1659005. <https://doi.org/10.1142/S0218001416590052>
- [3] Cui R., Liu H., Zhang C. Recurrent convolutional neural networks for continuous sign language recognition by staged optimization. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2019, pp. 7361–7370. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2019.00755>
- [4] Sagar M., Sharma S., Jain R. *Challenges in automated sign language recognition: a review. Multimedia tools and applications*, 2021, pp. 10165–10191. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10482-4>
- [5] Fan Z., Zhong Q., Wang Y., Zhang W. Continuous sign language recognition using attention-based neural networks. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2020, vol. 22 (7), pp. 1775–1786. <https://doi.org/10.1109/TMM.2019.2958912>
- [6] Stoll S., Camgoz N.C., Hadfield S., Bowden R. Text2Sign: generating sign language glosses from text using neural machine translation. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2020, pp. 1913–1923. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00195>
- [7] Cao Z., Simon T., Wei S.E., Sheikh Y. Realtime Multi-Person 2D pose estimation using part affinity fields. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2017, pp. 7291–7299. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.7291>
- [8] Papandreou G., Zhu T., Kanazawa A., Tompson J. PersonLab: person pose estimation and instance segmentation with a bottom-up, part-based, geometric embedding model. *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*, 2018, pp. 801–818. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01216-8\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01216-8_48)

## Optimization of data preprocessing for improving the accuracy of sign language recognition

Samsonova Marina Aleksandrovna

samsonovama@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Methods of data preprocessing for improving the accuracy of sign language recognition are considered. Approaches to data cleaning and normalization, including noise filtering, outlier removal, and image parameter unification, are presented. It is shown that the use of augmentation and generative models enhances the generalization ability of neural network algorithms. Conclusions are made that optimizing data preprocessing contributes to increasing the accuracy of sign language recognition and can be applied in automated translation systems and human-computer interfaces.*

**Keywords:** sign language, data preprocessing, augmentation, video recognition

УДК 004.89

## Спектральные характеристики различных типов растительности и их использование в дистанционном зондировании

Герасимова Софья Вячеславовна

gerasimovasv@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен обзор спектральных характеристик растительности и их применения в дистанционном зондировании Земли. Рассмотрены ключевые диапазоны электромагнитного спектра, используемые для анализа растительного покрова, а также особенности спектральных подписей различных типов растительности. Описаны индексы растительности, такие как NDVI, EVI и NDWI, позволяющие количественно оценивать состояние растений. Уделено внимание применению спектрального анализа в сельском хозяйстве, экологии и лесном хозяйстве, а также использованию современных спутниковых платформ и методов машинного обучения для автоматизации мониторинга растительного покрова.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, спектральные характеристики растительности, индексы растительности, электромагнитный спектр, сельское хозяйство, экология, спутниковый мониторинг, машинное обучение

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — один из ключевых методов мониторинга растительного покрова. Спектральные характеристики растений позволяют определять их видовой состав, состояние, биомассу и даже уровень стресса, вызванного засухой или болезнями. Разные типы растительности обладают уникальными спектральными подписями, которые фиксируются мультиспектральными и гиперспектральными сенсорами спутников и БПЛА.

Спектральные характеристики растительности являются ключевым инструментом в дистанционном зондировании Земли, позволяя эффективно различать типы растительного покрова, оценивать его состояние и прогнозировать изменения. Эти характеристики основываются на принципах отражения, поглощения и пропускания электромагнитного излучения различными компонентами растительных структур, включая листья, стебли и корни [1].

Каждый тип растительности обладает уникальной спектральной подписью, зависящей от структуры листьев, их пигментации, содержания воды и других факторов. Спектральные характеристики растительности определяются отражательной способностью в различных диапазонах электромагнитного спектра. В видимом диапазоне (400–700 нм) основное влияние на спектральные характеристики оказывает хлорофилл, который интенсивно поглощает синий и красный свет, но отражает зеленый [2]. Основными участками спектра, значимыми для анализа растительности, являются:

– синий (400–500 нм): в этом диапазоне хлорофилл сильно поглощает свет, что делает его малоинформативным для оценки состояния растений;

– зеленый (500–600 нм): здесь наблюдается максимальное отражение, что придает листьям зеленый цвет;

– красный (600–700 нм): как и в синем диапазоне, здесь происходит активное поглощение хлорофиллом;

– ближний инфракрасный (NIR, 700–1300 нм): в этом диапазоне листья сильно отражают свет за счет структуры клеток и наличия воздушных межклеточных пространств. Используется для оценки биомассы и структуры растительного покрова;

– средний инфракрасный (SWIR, 1300–2500 нм): отражение в этом диапазоне зависит от содержания воды в листьях, что делает его полезным для оценки засухоустойчивости растений.

Лиственные и хвойные леса имеют заметные различия в спектральных характеристиках. Лиственные деревья обладают более высокой отражательной способностью в NIR-диапазоне благодаря меньшей плотности структуры листьев и наличию более крупных межклеточных пространств, способствующих рассеиванию света. В то же время хвойные деревья, из-за игольчатой формы хвои, демонстрируют более низкое отражение в NIR, но увеличенную отражательную способность в SWIR-диапазоне, что связано с высоким содержанием смол и особенностями структуры хвои.

Сельскохозяйственные культуры также имеют специфические спектральные особенности. Зерновые культуры, такие как пшеница и кукуруза, характеризуются наличием так называемого «красного края» — резкого роста отражения между красным и NIR-диапазоном, что связано с изменением содержания хлорофилла в период роста растений. Бобовые культуры, например соя и горох, отличаются спектральными характеристиками из-за повышенного содержания азота, влияющего на поглощение и отражение в определенных диапазонах спектра.

Водно-болотная растительность демонстрирует высокое поглощение в NIR-диапазоне, что объясняется большим содержанием воды в растительных тканях. При этом в красной области спектра отражение может быть выше, чем у других типов растительности, из-за относительно низкого содержания хлорофилла [3]. Такие особенности позволяют эффективно идентифицировать водно-болотные угодья при дистанционном зондировании Земли.

Для анализа спектральных данных широко используются индексы растительности, позволяющие количественно оценивать плотность и состояние растительного покрова.

NDVI (нормализованный разностный индекс растительности) позволяет определять степень фотосинтетической активности растений. Индекс NDVI эффективно используется для обнаружения стрессовых факторов, влияющих на растительность. Это может включать как дефицит водных ресурсов и питательных веществ, так и поражение болезнями или вредителями. Например, уменьшение значения NDVI в конкретном районе может быть сигналом о потребности в подкормке почвы удобрениями или организации дополнительного полива.

Индекс EVI (усиленный индекс растительности) дополнительно учитывает аэрозольные загрязнения и влияние почвы. EVI обеспечивает более точную оценку состояния плотных растительных массивов, поскольку включает информацию из синего диапазона спектра (Blue) для компенсации влияния атмосферного рассеяния [4]. Это позволяет получить более надежные данные при анализе территорий с высокой плотностью растительности, где другие индексы могут давать искаженные результаты из-за атмосферных помех.

NDWI (нормализованный индекс водного содержания) применяется для мониторинга уровня влаги в растительности, что особенно важно для определения засухоустойчивости культур.

Спектральные характеристики растительности активно применяются в сельском хозяйстве, экологии и лесном хозяйстве. В агросекторе дистанционное зондирование позволяет оценивать продуктивность культур, выявлять стрессы (засуха, болезни, недостаток питательных веществ) и оптимизировать внесение удобрений. В лесном хозяйстве спектральный анализ помогает определять состав и здоровье лесных массивов, а также мониторить вырубки и лесные пожары. В экологии он применяется для контроля состояния природных экосистем, выявления зон деградации и оценки биоразнообразия.

Современные спутниковые платформы, такие как Sentinel-2, Landsat-8 и MODIS, предоставляют данные в широком спектральном диапазоне, что делает возможным детальный анализ растительного покрова. Использование машинного обучения и больших данных позволяет автоматизировать процесс классификации типов растительности, повышая точность мониторинга.

Спектральные характеристики растительности являются фундаментальным инструментом дистанционного зондирования, обеспечивая важную информацию для различных отраслей науки и хозяйства. Их изучение и развитие методов анализа позволяют более эффективно использовать природные ресурсы и поддерживать устойчивое развитие агроэкосистем.

## Литература

- [1] Трегуб А.И., Жаворонкин О.В. *Дистанционное зондирование земли при геологических исследованиях*. Воронеж, ВГУ, 2012, 47 с.
- [2] Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. *Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях*. Москва, Академический Проект, 2020, 352 с.
- [3] Малышева Н.В. *Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011, 154 с.
- [4] Габделхаков А.К., Мартынова М.В. *Ландшафтная таксация*. Санкт-Петербург, Лань, 2024.

## Spectral characteristics of various vegetation types and their use in remote sensing

Gerasimova Sofia Vyacheslavovna

gerasimovasv@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article provides an overview of the spectral characteristics of vegetation and their application in remote sensing of the Earth. The key ranges of the electromagnetic spectrum used for analyzing vegetation cover are considered, as well as the features of spectral signatures of various types of vegetation. Vegetation indices such as NDVI, SAVI, and NDWI are described, which make it possible to quantify the condition of plants. Attention is paid to the application of spectral analysis in agriculture, ecology and forestry, as well as the use of modern satellite platforms and machine learning methods to automate vegetation monitoring.*

**Keywords:** remote sensing of the Earth, spectral characteristics of vegetation, vegetation indices, electromagnetic spectrum, agriculture, ecology, satellite monitoring, machine learning

УДК 004.42

## Гибридные методы 3D-реконструкции: сочетание фотограмметрии и глубокого обучения

Чурилин Олег Игоревич

Белов Юрий Сергеевич

dima.ty.12@mail.ru

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Традиционные фотограмметрические методы, такие как Structure from Motion (SfM) и Multi-View Stereo (MVS), часто сталкиваются с рядом ограничений, таких как проблемы с обработкой текстурно-однородных и отражающих поверхностей. Рассмотрены способы повышения точности и качества 3D-реконструкции путем интеграции глубокого обучения. Особое внимание уделено гибридным методам, сочетающим классические фотограмметрические подходы и современные нейросетевые модели. Подчеркнута значимость гибридных методов в таких областях, как архитектура, промышленность и медицина, а также выделяет перспективы дальнейших исследований в этой области.*

**Ключевые слова:** 3D-реконструкция, глубокое обучение, шумоподавление, фотограмметрия, реконструкция поверхности, трансформерные архитектуры

Технология фотограмметрии, основанная на анализе изображений для восстановления 3D-геометрии объектов, широко используется в различных сферах: от картографии и археологии до медицины и промышленности. Однако традиционные алгоритмы, такие как Structure from Motion (SfM) и Multi-View Stereo (MVS), имеют свои ограничения, включая проблемы с обработкой текстурно-однородных и отражающих поверхностей. Эти ограничения приводят к необходимости поиска новых решений, способных повысить точность и качество реконструкции [1]. С развитием глубинного обучения возникли методы, способные компенсировать эти недостатки. В данной статье рассматриваются основные подходы к интеграции нейросетей в процесс 3D-реконструкции, а также перспективы их дальнейшего совершенствования.

Классические фотограмметрические методы включают несколько этапов. Первый этап — калибровка камеры и исправление искажений, которая позволяет устранить оптические дефекты, вызванные особенностями линз. Второй этап — поиск соответствий между изображениями, необходимый для вычисления параметров камеры и взаимного расположения объектов. Затем выполняется реконструкция плотного облака точек с помощью многовидового стереозрения, что позволяет создать детализированное представление сцены. На заключительном этапе выполняется построение полигональной модели и текстурирование, где создается финальная 3D-модель с наложением текстурных данных [2].

Хотя эти методы широко применяются, их точность ограничена факторами, такими как слабая текстура, повторяющиеся элементы сцены и недо-



статочное количество исходных изображений. Кроме того, процесс реконструкции может требовать значительных вычислительных мощностей, что делает его менее доступным для массового применения.

Глубинное обучение предлагает несколько решений для улучшения фотограмметрической реконструкции. Одним из таких решений является генерация глубинных карт с использованием сверточных нейросетей (CNN). Эти модели обучены предсказывать глубину сцены на основе одного или нескольких изображений, что позволяет значительно ускорить процесс реконструкции.

Другой важный аспект — суперразрешение и восстановление текстур с помощью генеративных состязательных сетей (GAN) [3]. GAN-модели способны улучшать детализацию текстур и восстанавливать утраченные фрагменты изображений, что особенно полезно при работе с поврежденными или частично отсутствующими данными.

Нейросети также используются для поиска ключевых точек и устранения ошибок, заменяя традиционные алгоритмы вроде SIFT и ORB. Искусственные нейросети обеспечивают более точное сопоставление изображений даже при сложных условиях съемки, таких как слабая освещенность, значительные перспективные искажения или наличие динамических объектов [4].

Одним из перспективных подходов является использование трансформерных архитектур, которые анализируют изображения на уровне глобальных и локальных связей, что позволяет находить более надежные соответствия между кадрами. Дополнительно, использование обучения на синтетических данных, включая рендеринг фотореалистичных сцен, позволяет моделям адаптироваться к различным сценариям, включая редкие и специфические случаи, такие как реконструкция объектов с низкой текстурной контрастностью или зеркальными поверхностями [5].

Комбинирование фотограмметрии и глубинного обучения позволяет решить сразу несколько задач. Во-первых, такие методы уменьшают количество исходных изображений, необходимых для качественной реконструкции, что снижает требования к оборудованию и памяти. Во-вторых, они повышают точность восстановления поверхностей и геометрии объектов, что особенно важно для архитектурных и промышленных приложений. В-третьих, гибридные подходы повышают устойчивость к шумам и сложным условиям освещения, делая реконструкцию более надежной.

Одним из примеров таких методов является Neural Radiance Fields (NeRF), использующий нейросети для восстановления плотного 3D-представления объектов. Другое направление — применение глубинных нейросетей для предобработки данных, что позволяет улучшить качество входных изображений перед фотограмметрическим анализом [6]. Исследования показывают, что гибридные методы позволяют достигать более высокой точности в ряде задач, например в реконструкции архитектурных объектов или медицинских изображений.

Таким образом, использование глубинного обучения в фотограмметрии открывает новые горизонты в области 3D-реконструкции. Гибридные методы

позволяют повысить точность и устойчивость моделей, а также расширить спектр возможных применений. Однако остаются открытые вопросы, касающиеся вычислительных затрат, необходимости больших объемов данных для обучения и адаптации нейросетей к разным типам объектов. Кроме того, важным направлением дальнейших исследований является интерпретируемость нейросетевых моделей, что позволит лучше понимать, какие факторы оказывают влияние на результаты реконструкции. Дальнейшие исследования в этой области позволят разработать еще более эффективные методы, сочетающие лучшие свойства традиционной фотограмметрии и современных нейросетевых подходов.

## Литература

- [1] Матвеева О.А., Кузнецов В.И. *Фотограмметрия: методические материалы к учебной практике исполнительская (по фотограмметрии)*. Волгоград, ВГАУ, 2018, 32 с.
- [2] Алтухов В.Г. Исследование точности фотограмметрии как метода определения объема объекта. *Автоматика и программная инженерия*, 2021, № 2 (32), с. 69–74.
- [3] Marí R., Facciolo G., Ehret T. *Sat-NeRF: Learning multi-view satellite photogrammetry with transient objects and shadow modeling using RPC cameras*. Arxiv:2203.08896v2, 2022.
- [4] Derksen D., Izzo D. *Shadow neural radiance fields for multi-view satellite photogrammetry*. Arxiv:2104.09877, 2021.
- [5] Wei Y. Deep hybrid self-prior for full 3D mesh generation. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 2021, pp. 5785–5794
- [6] Wang Z. *NeRF-: neural radiance fields without known camera parameters*. Arxiv:2102.07064, 2021.

## Hybrid methods of 3D reconstruction: combining photogrammetry and deep learning

Churilin Oleg Igorevich

dima.ty.12@mail.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Traditional photogrammetric methods, such as Structure from Motion (SfM) and Multi-View Stereo (MVS), often face limitations, including challenges in processing textureless and reflective surfaces. This article explores approaches to enhancing the accuracy and quality of 3D reconstruction through the integration of deep learning. Special focus is given to hybrid methods that combine classical photogrammetric techniques with modern neural network models. The article emphasizes the importance of hybrid methods in fields such as architecture (digital reconstruction of buildings), industry (automated quality control), and medicine (3D modeling of anatomical structures). It also highlights the prospects for further research, including the development of robust algorithms for complex scenes and optimization of computational resources.*

**Keywords:** 3D reconstruction, deep learning, noise reduction, photogrammetry, surface reconstruction, transformer architectures

УДК 004.89

## Применение архитектуры Transformer в моделях обработки изображений и языка

Чжао Чэньсяо

chch24kim040@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Модель Transformer была создана в области обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) и благодаря превосходному механизму внимания стала популярной в области компьютерного зрения (Computer Vision, CV). Сейчас она постепенно развивается в многомодальных моделях обработки изображений и языка (Vision-Language Models, VLMs). Представлен обзор структуры и классификации архитектуры Transformer, а также описаны ее развитие и применение в больших языковых моделях, визуальных моделях и моделях обработки изображений и языка. Это не только помогает понять принцип работы данной популярной архитектуры, но и предоставляет исследователям мощный инструмент для дальнейших исследований и инноваций.*

**Ключевые слова:** Transformer, большие языковые модели, визуальные модели, модели обработки изображений и языка

**От больших языковых моделей до моделей обработки изображений и языка.** В больших языковых моделях (LLMs) с развитием глубокого обучения в последние годы большие языковые модели стали популярным направлением исследований в области NLP. Масштабные архитектуры Transformer активно используются в исследованиях [1]. Базирующиеся на архитектуре seq2seq модели Transformer могут выполнять типичные задачи в области NLP, такие как машинный перевод и генерация текста, а также могут использоваться для построения предобученных языковых моделей для трансферного обучения различных задач.

Общая структура архитектуры Transformer выглядит следующим образом:

- входная часть — слева находится слой встраивания исходного текста и его позиционный кодировщик, справа — слой встраивания целевого текста и его позиционный кодировщик;
- выходная часть — линейный слой, слой softmax;
- часть энкодера — состоит из  $N$  слоев энкодера, каждый из которых образован двумя подслоями. Первый подслой включает многослойный механизм самовнимания; второй подслой включает полносвязный слой с прямой связью. Помимо этого, каждый подслой содержит слой нормализации и остаточные связи;
- часть декодера — состоит из  $N$  слоев декодера, каждый из которых включает три подслоя. Первый подслой содержит маскированный многослойный механизм самовнимания; второй подслой включает многослойный

механизм самовнимания; третий подслой включает полносвязный слой с прямой связью. Кроме того, каждый подслой также имеет слой нормализации и остаточные связи.

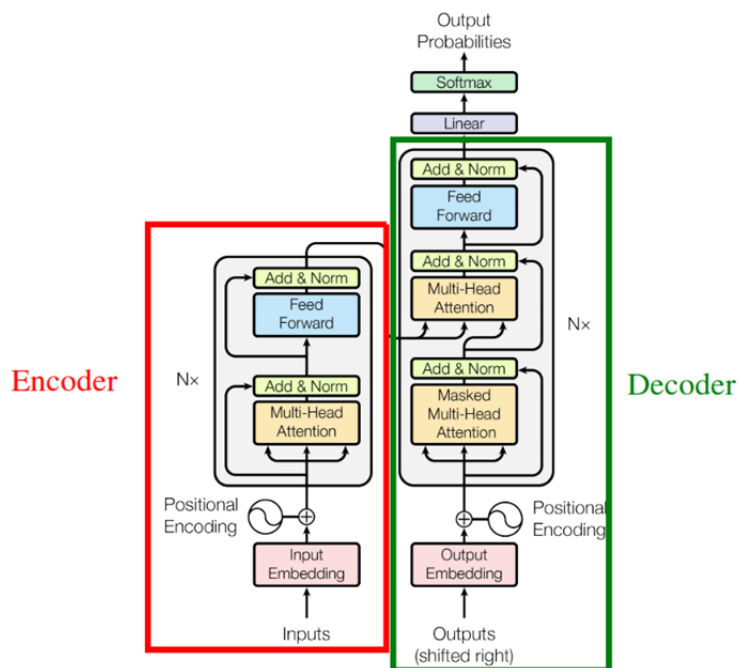


Рис. 1. Архитектура Transformer

Базовая структура архитектуры Transformer состоит из энкодера и декодера, что позволяет разделить ее на три категории.

**Первая категория:** сохраняется только декодер. Преимущество заключается в генерации контента, например модели серии GPT. GPT-2 показал отличные результаты во множестве языковых задач, таких как перевод текста, создание рефератов, ответы на вопросы и дополнение текста [2]. GPT-3 продемонстрировал, что предобученные модели LLM могут быть использованы для последующего обучения с нулевым примером (zero-shot learning). [3] GPT-4 внес значительный вклад в создание интеллектуальных машин, которые способны понимать и взаимодействовать с людьми более естественным образом.

**Вторая категория:** сохраняется только энкодер. Специализируется на обучении и понимании языкового содержания, например модель BERT. Благодаря предварительному обучению на двунаправленных задачах, учитывая контекст слов, она может захватывать более тонкие связи между словами, что делает понимание более точным [4].

Третья категория: сохраняются как энкодер, так и декодер. Такая архитектура может служить инструментом, который облегчает обучение моделей первой и второй категорий, например модель T5. Предобучение на разнообразном массиве текстовых данных без привязки к конкретным задачам позволяет применять единую универсальную архитектуру для широкого спектра задач NLP, что создает возможность построения универсальной языковой модели [5].

Главным компонентом архитектуры Transformer является механизм внимания (Attention), который фокусируется на наиболее важных объектах. Он может быть разделен на такие типы, как механизм самовнимания (Self-Attention), механизм перекрестного внимания (Cross-Attention) и механизм многослойного внимания (Multi-Head Attention). Функция внимания, по сути, отображает запрос (query) и набор пар ключ-значение (key-value pairs) в выходные данные. В процессе запрос упаковывается в матрицу  $Q$ , а ключи и значения — в матрицы  $K$  и  $V$ . Через скалярное произведение  $Q$  и  $K$  получается внутреннее произведение, которое эквивалентно вычислению косинусного сходства, что позволяет получить матрицу  $A$ . Затем вводится масштабирующий коэффициент для нормализации, после чего применяется слой softmax для получения вероятностей. Результат умножается на матрицу  $V$ , чтобы получить  $Z$  — новый вектор, который содержит информацию о весах внимания, добавленную к исходному вектору слов.

**В визуальных моделях (Vision Models).** На сегодняшний день наиболее часто используемой визуальной моделью является сверточная нейронная сеть, однако архитектура Transformer, появившаяся в области NLP, уже получила широкое распространение и развитие в задачах компьютерного зрения. Первым архитектурным решением на основе Transformer, примененным для классификации изображений, стала ViT [6].

Архитектура ViT разделяет изображение на фиксированные по размеру патчи, выполняет линейное встраивание каждого патча, добавляет позиционные встраивания и подает полученную последовательность векторов в стандартный энкодер Transformer. Для выполнения классификации в последовательность добавляется дополнительный обучаемый «токен классификации» [7].

Модель обучается на более крупных датасетах, чем средний по размеру ImageNet, что компенсирует недостаток индуктивного смещения и позволяет достичь отличных результатов в нескольких тестах по распознаванию изображений.

**Модели обработки изображений и языка (Vision-Language Models, VLMs).** Предобучение через уже обученную модель  $A$  с использованием методов замораживания или дообучения позволяет решать задачу  $B$ , похожую на  $A$ , но с малым объемом данных. В данном случае задача  $B$  использует поверхностные параметры модели  $A$ . Предобученные модели уже достигли огромных успехов в областях NLP и CV, и исследователи пытаются объединить два модальных представления в крупномасштабные модели обработки изображений и языка с помощью предобучения.

Модели VLMs в зависимости от способа кодирования можно разделить на модели с объединенным энкодером (fusion-encoder) и модели с двойным энкодером (dual-encoder). Архитектура Transformer широко используется в моделях с объединенным энкодером, которые принимают визуальные признаки и текстовые встраивания в качестве входных данных. Многослойный кросс-модальный энкодер Transformer совместно кодирует пары изображений и текста, а затем, после операций самовнимания или перекрестного внимания, объединяет их визуальные и текстовые представления в качестве латентных характеристик последнего слоя.

VisualBERT неявно выравнивает элементы входного текста с соответствующими регионами входного изображения через механизм самовнимания. Исходный текст и признаки изображения, извлеченные из объектных предложений, рассматриваются как неупорядоченные входные токены, которые затем совместно обрабатываются через несколько слоев Transformer для получения сложных взаимосвязей между изображением и текстом [8]. ViLBERT обрабатывает визуальные и текстовые входные данные отдельно и использует слои ко-внимания Transformer для обмена информацией между модальностями [9]. Кроме того, такие работы, как Visual Parsing, применяют отдельные Transformer до использования механизма перекрестного внимания для разделения внутри-модальных и межмодальных взаимодействий [10].

## Литература

- [1] Барышников П.Н. Чем является научное знание, произведенное методами Больших языковых моделей? *Философские проблемы информационных технологий и киберпространства*, 2024, № 1 (25), pp. 89–103. <https://doi.org/10.17726/philIT.2024.1.6>
- [2] Radford A. et al. Language models are unsupervised multi-task learners. *OpenAI Blog*, 2019, vol. 1, no. 8.
- [3] Brown T. et al. Language models are few-shot learners. *Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 2020, vol. 33, pp. 1877–1901.
- [4] Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Arxiv:1810.04805v2*, 2018.
- [5] Raffel C. et al. Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *J. Mach. Learn. Res.*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 5485–5551.
- [6] Li X., Wen C., Hu Y., Yuan Z., Zhu X. X. Vision-Language models in remote sensing: current progress and future trends. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 32–66. <https://doi.org/10.1109/MGRS.2024.3383473>
- [7] Dosovitskiy A. An image is worth 16×16 words: Transformers for image recognition at scale. *Proc. Int. Conf. Learning Representations*, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.11929>
- [8] Li L.H., Yatskar M., Yin D., Hsieh C.-J., Chang K.-W. Visualbert: A simple and performant baseline for vision and language. *arXiv preprint*, 2019. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.03557>
- [9] Lu J., Batra D., Parikh D., Lee S. ViLBERT: Pretraining task-agnostic visiolinguistic representations for vision-and language tasks. *Proc. Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 2019, vol. 32, pp. 1–11. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.02265>
- [10] Xue H. et al. Probing inter-modality: Visual parsing with self-attention for vision-and-language pre-training. *Proc. 35th Conf. Neural Inf. Process. Syst.*, 2021, pp. 1–15. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.13488>

## Application of transformer architecture in vision - language models

Zhao Chenxiao

chch24kim040@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The Transformer model was born in the field of Natural Language Processing (NLP) and has become popular in the field of Computer Vision (CV) due to its excellent attention mechanism. It is now gradually being developed for use in multimodal Vision-Language Models (VLMs). This article reviews the structure and classification of the Transformer architecture and introduces its development and applications in large language models, vision models, and vision-language models. These not only help in understanding the principles of this popular architecture but also provide researchers with a powerful tool for subsequent research and innovation.*

**Keywords:** *Transformer, large language models, vision models, vision-language models*

УДК 004.89

## Анализ метрик оценки производительности сверточных нейронных сетей

Шеститка Александр Вадимович

Shestitka@list.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Оценка производительности сверточных нейронных сетей является ключевым аспектом их практического применения, в задачах, где важна не только точность, но и эффективность работы модели. Были описаны параметры, влияющие на производительность сверточных нейронных сетей, такие как время обучения модели, время инференса, использование памяти, энергопотребление и масштабируемость. Были рассмотрены основные метрики оценки производительности модели. Сделаны выводы о важности оценки моделей не только с точки зрения точности, но и с точки зрения производительности.*

**Ключевые слова:** сверточные нейронные сети, оценка производительности, масштабируемость модели, инференс

Оценка производительности сверточных нейронных сетей имеет огромное значение для их практического применения. Для реальных задач важно не только качество предсказаний, но и время работы, ресурсы, которые требует модель, а также ее способность работать с большими объемами данных. Оценка производительности сверточных нейронных сетей — это процесс измерения того, как эффективно модель выполняет свои задачи с точки зрения вычислительных ресурсов, времени и энергии.

Важным параметром оценки производительности модели является время обучения. Оно представляет собой время, которое требуется модели для того, чтобы обработать массив обучающих данных и обновить свои параметры на основе выбранного алгоритма оптимизации [1]. К факторам, влияющим на время обучения, можно отнести: размер обучающего набора данных, размер и сложность модели (глубина сети, тип сети, кол-во параметров), алгоритм оптимизации и гиперпараметры оптимизатора, применение параллельных вычислений, использование предварительно обученных моделей. Для оценки времени обучения модели применяют такие метрики, как: общее время обучения, количество эпох (полных проходов модели через все данные), скорость обучения (время, которое требуется модели для обработки одного мини-батча).

Время инференса — это время, которое требуется модели для выполнения предсказания на одном или нескольких примерах данных [2]. Данный параметр критически важен с ограниченными ресурсами системах и в случае необходимости обработки данных в реальном. Время инференса зависит от нескольких факторов, таких как архитектура модели, объем входных данных,



доступные аппаратные ресурсы и оптимизация модели. Для измерения времени инференса применяются такие метрики, как задержка (время, которое модель тратит на обработку одного запроса) и пропускная способность (количество запросов, которые модель может обработать за единицу времени).

Другой важный фактор, влияющий на производительность сверточных нейронных сетей — использование памяти. Время инференса, время обучения и точность модели могут зависеть от того, насколько эффективно используется память, а также от того, насколько модель оптимизирована с точки зрения использования ресурсов [3]. Объем используемой памяти напрямую зависит от размера модели и размера входных данных. Также объем используемой памяти зависит от архитектуры модели. Во время обучения модель не только хранит параметры, но и сохраняет вычисленные градиенты для каждого параметра, а также для каждой обучающей итерации нужно хранить промежуточные значения активаций, что увеличивает объем требуемой памяти в процессе обучения. Для оптимизации использования памяти применяется преобразование параметров модели и активаций более компактные форматы (квантование), уменьшение размера модели путем удаления незначимых весов или нейронов (прунинг), пакетная обработка и динамическая подгрузка данных.

Энергопотребление также является важным аспектом при оценке производительности модели. Это важно учитывать при работе в облачных вычислительных системах или на устройствах с ограниченными ресурсами. Энергопотребление напрямую влияет на срок службы вычислительных машин, требуемые системы охлаждения, а также на стоимость эксплуатации системы. Энергопотребление зависит от типа процессора или чипа, а также от количества и сложности вычислительных операций.

Масштабируемость модели — это способность модели эффективно работать с увеличением размера входных данных или числа параметров, а также ее способность поддерживать приемлемую производительность при использовании большего количества вычислительных ресурсов (например, процессоров, графических процессоров, распределенных систем). Масштабируемость критична, когда необходимо обрабатывать большие объемы данных или обучать модели на распределенных системах. Масштабируемость по данным представляет собой способность модели эффективно работать с увеличением объема данных [4]. Для сверточных нейронных сетей это включает в себя способность модели обрабатывать большие объемы изображений или видео. Масштабируемость по числу параметров — это способность модели работать с увеличением числа параметров или более сложными архитектурами [4]. В этом контексте модель должна сохранять или улучшать свою производительность при увеличении сложности модели (например, добавлении слоев или увеличении числа нейронов). Масштабируемость по вычислительным ресурсам представляет собой способность модели эффективно использовать доступные вычислительные ресурсы, такие как CPU, GPU или TPU. Оценка масштабируемости по вычислительным ресурсам показывает, как

модель адаптируется к использованию большего числа ядер или устройств при увеличении нагрузки.

При разработке моделей сверточных нейронных сетей необходимо учитывать не только точность, но производительность модели, включающую в себя, такие параметры, как время обучения и инференса, использование памяти, энергопотребление и масштабируемость модели. Правильная оценка производительности помогает выбрать оптимальный баланс между точностью и эффективностью модели.

## Литература

- [1] Бенжамин Д.М. *Основы нейронных сетей*. Москва, Наука, 2017, 320 с.
- [2] Гудфеллоу И., Бенжио Й., Курвилль А. *Глубокое обучение*. Москва, Диалектика, 2019, 800 с.
- [3] Beygelzimer A. A Survey on Neural Network Performance Analysis: A Comparison of CNN, RNN and GAN. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2020, vol. 68, pp. 207–226.
- [4] Yang J. Performance Analysis of Deep Neural Networks for Computer Vision Applications. *International journal of computer science & information technology*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 85–102.

## Analysis of performance metrics for convolutional neural networks

**Shestitka Alexandr Vadimovich**      shestitka@list.ru

**Belov Yuri Sergeevich**                ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Evaluation of the performance of convolutional neural networks is a key aspect of their practical application, in tasks where not only accuracy but also the efficiency of the model are important. Parameters affecting the performance of convolutional neural networks were described, such as model training time, inference time, memory usage, energy consumption and scalability. The main metrics for evaluating the performance of the model were considered. Conclusions were made about the importance of evaluating models not only in terms of accuracy but also in terms of performance.*

**Keywords:** *convolutional neural networks, performance evaluation, model scalability, inference*

УДК 004.942

## Разработка программного симулятора сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (GPS, Galileo, BeiDou)

Тарасов Николай Евгеньевич

tarasovne@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена разработка программного симулятора навигационных сигналов ГНСС с поддержкой систем GPS, Galileo, BeiDou. Представлены основные этапы генерации сигнала: чтение эфемерид из RINEX-файла, вычисление положения спутников по эфемеридам, генерация псевдошумовых (PRN) кодов и навигационных сообщений, синтез модулированных сигналов с учетом доплеровского сдвига и псевдодальности, суммирование сигналов всех спутников в единый I/Q-поток. Показано, что предложенный подход позволяет реалистично имитировать сигналы нескольких спутников. Отмечается возможность применения разработанного симулятора для лабораторных испытаний приемников и исследований по спуфингу.*

**Ключевые слова:** симулятор сигналов ГНСС, программно-определяемое радио, псевдошумовой код, навигационное сообщение, доплеровский сдвиг

В современных условиях растет потребность в программных симуляторах сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для разработки и тестирования приемников, а также для исследований в области безопасности (спуфинг). В отличие от аппаратных симуляторов, программные решения позволяют гибко задавать сценарии и одновременно поддерживать несколько созвездий спутников. Одним из известных open-source проектов является gps-sdr-sim, генерирующий цифровой поток GPS L1 C/A для воспроизведения через программно-определяемое радио (SDR) [1]. Кроме того, в ряде презентаций и учебных материалов подробно описан процесс создания собственных симуляторов, ориентированных на разные системы ГНСС [2]. Цель данной работы — расширить возможности подобного симулятора для систем Galileo и BeiDou с формированием единого многоспутникового I/Q-потока.

**Чтение эфемерид.** Для расчета параметров орбит спутников используются эфемериды из навигационного сообщения, предоставляемые, например, в формате RINEX. Навигационный RINEX-файл содержит так называемые эфирные (broadcast) эфемериды — набор параметров орбиты и поправок часов для каждого спутника [3–4]. В «смешанном» RINEX-файле версии 3.x объединены данные по разным системам (GPS, Galileo, BeiDou и т. д.), причем записи идентифицируются префиксом спутниковой системы (G, E, C). Парсер извлекает из файла необходимые параметры: номер спутника (PRN), время эфемерид (toe), коэффициенты поправки часов, элементы орбиты в кеплеровском виде (большая полуось  $a$ , эксцентриситет  $e$ , наклонение  $i_0$ , дол-

готу восходящего узла  $\Omega_0$  и пр.), а также дополнительные сведения, такие как коэффициенты межчастотной коррекции для Galileo (BGDs). Поскольку все три рассматриваемые системы используют похожее описание орбиты (Keplerian), в симуляторе можно применять единый алгоритм вычисления положения спутников.

**Расчет орбитальных параметров.** На основе эфемерид для заданного момента времени  $t$  симуляции вычисляется положение каждого спутника в инерциальной системе координат. Сначала определяется промежуток времени от эпохи эфемерид, где при необходимости учитывают периодичность недель и смену знака [5]:

$$t_k = t - t_{ог},$$

где  $t_k$  — разность между моментом симуляции и эпохой эфемерид;  $t$  — текущее время в сценарии симуляции;  $t_{ог}$  — время (эпоха) из эфемерид.

Затем, чтобы найти эксцентрическую аномалию  $E_k$ , решается уравнение Кеплера для среднего значения  $M_k$ . Получив  $E_k$ , и эксцентриситет орбиты  $e$ , вычисляют истинную аномалию  $v_k$ . Для учета возмущений в расчет вносят гармонические поправки из навигационного сообщения:

$$u_k = \omega + v_k + C_{uc} \cdot \cos(2(\omega + u_k)) + C_{us} \cdot \sin(2(\omega + u_k)),$$

где  $u_k$  — итоговый (корректированный) аргумент широты;  $\omega$  — аргумент перигея (из эфемерид) [5];  $v_k$  — истинная аномалия спутника;  $C_{uc}$  и  $C_{us}$  — гармонические коэффициенты поправок по аргументу широты (из эфемерид).

$$r_k = \alpha(1 - \cos E_k) + C_{rc} \cdot \cos(2(\omega + u_k)) + C_{rs} \cdot \sin(2(\omega + u_k)),$$

где  $r_k$  — текущее расстояние (радиус-вектор) от центра Земли до спутника;  $\alpha$  — большая полуось орбиты (из эфемерид);  $E_k$  — эксцентрическая аномалия;  $C_{rc}$  и  $C_{rs}$  — гармонические коэффициенты поправок по радиусу орбиты.

$$i_k = i_o + i \cdot t_k + C_{ic} \cdot \cos(2 \cdot (\omega + u_k)) + C_{is} \cdot \sin(2 \cdot (\omega + u_k)),$$

где  $i_k$  — текущий (скорректированный) наклон орбиты;  $i_o$  — исходный наклон орбиты на эпоху;  $i$  — скорость изменения наклона;  $C_{ic}$  и  $C_{is}$  — коэффициенты гармонических поправок по наклону.

$u_k$  учитывает возмущения орбиты, чтобы уточнить полный аргумент широты спутника на момент времени;  $t_k$  и  $r_k$  вычисляет текущее расстояние до спутника с учетом эксцентриситета и возмущений, а  $i_k$  показывает, как наклонение орбиты спутника меняется со временем и под влиянием мелких воздействий.

Координаты спутника в орбитальной плоскости поворачиваются в геоцентрической системе при учете долготы восходящего узла:

$$\Omega_k = \Omega_0 + (\Omega - \omega_E)t_k - \omega_E \cdot t_{ог},$$

где  $\Omega_k$  — долгота восходящего узла в момент  $t_k$ ;  $\Omega_0$  — долгота восходящего узла на эпоху эфемерид;  $\Omega$  — скорость изменения долготы восходящего узла;  $\omega_E$  — угловая скорость вращения Земли [5].

После этих преобразований получают геоцентрические координаты  $X_k Y_k Z_k$  в системе WGS-84. Одновременно рассчитывают расстояние до приемника (псевдодальность) и производную по времени, определяющую доплеровский сдвиг частоты.

**Генерация PRN-кодов и навигационных сообщений.** Чтобы смоделировать сигнал каждого спутника, требуются псевдослучайный код (PRN) и битовая последовательность навигационного сообщения. PRN-код — это длинная двоичная последовательность с малыми автокорреляционными боковыми лепестками, позволяющая разделять спутники и определять время задержки [6]. В частности, для Galileo E1 широко используется структура сигнала E1-B/E1-C (BOC/CBOC), принципы формирования которой детально описаны в работе [7]. В симуляторе формируют PRN-коды на основе заданных порождающих полиномов или таблиц для каждой системы. Например, GPS L1 C/A использует Gold-коды из 1023 чипов (повтор каждые 1 мс), Galileo E1 — коды длиной 4092 чипа (4 мс при 1,023 МГц) [7], а BeiDou B1I — коды длиной 2046 чипов с удвоенной скоростью чипов 2,046 МГц, дающие период ~1 мс [8]. Навигационное сообщение в рамках каждого спутника содержит параметры эфемерид, часы, служебную информацию и может существенно отличаться по структуре. Так, GPS передает 50 бит/с и формирует кадры по 1500 бит (30 с), Galileo на E1 (I/NAV) обеспечивает эффективную скорость 125 бит/с с кодированием (сверточный код 1/2, интерливинг) и CRC [9], а BeiDou B1I организовано по схеме, схожей с GPS.

**Формирование и модуляция сигнала.** На базе PRN-кода и навигационных бит имитируют радиосигнал спутника. Для GPS L1 C/A и BeiDou B1I применяется двоичная фазовая манипуляция (BPSK) с частотой чипов 1,023 МГц (GPS) либо 2,046 МГц (B1I), а в Galileo E1 используется более сложная композиционная модуляция (CBOC), объединяющая субнесущие BOC(1,1) и BOC(6,1) с коэффициентом 1:11 [10]. В программе генерируется цифровая последовательность I/Q отсчетов, где PRN-код меняет знак (фазу) несущей, а навигационные биты переключаются с меньшей скоростью (50–125 бит/с). Доплеровский сдвиг вводится как поправка к частоте при пошаговом накоплении фазы. Его формула

$$\Delta f \approx \frac{\Delta v}{c} f_c,$$

где  $\Delta f$  — приближенный доплеровский сдвиг частоты;  $\Delta v$  — проекция относительной скорости спутника на луч «спутник–приемник»;  $c$  — скорость света;  $f_c$  — несущая частота (например, 1,57542 ГГц для GPS L1).

Начальная задержка PRN-кода и бит навигации рассчитывается по псевдодальности, например на каждые 20 000 км ~67 мс задержки. В итоге формируется массив отсчетов  $\{s_j[n]\}$  для каждого спутника  $j$ .

**Суммирование многоспутникового сигнала и формирование I/Q-файла.** На заключительном этапе все сигналы спутников суммируются:

$$s[n] = \sum_j s_j[n].$$

Полученная цифровая реализация многоспутникового сигнала представляет собой поток комплексных отсчетов (формат  $I/Q$ ) с заданной частотой дискретизации (например, 4 или 8 МГц в зависимости от требуемой полосы). Этот поток сохраняется в бинарный файл (.bin), который затем используется для воспроизведения сигнала через SDR-передатчик. При подаче файла в SDR-платформу (HackRF, bladeRF, USRP и др.) происходит преобразование цифрового сигнала в аналоговый ВЧ-сигнал на частоте L1 (1575,42 МГц).

В результате создается радиосигнал, неотличимый для приемника от настоящих спутниковых сигналов. Предложенный подход успешно генерирует одновременный сигнал нескольких спутников GPS, Galileo, BeiDou, позволяя воспроизводить различные ситуации (например, динамику движения приемника или изменение созвездия спутников) в контролируемых лабораторных условиях. Полученный программный симулятор может применяться для тестирования навигационной аппаратуры, проверки алгоритмов обработки сигналов, а также для экспериментов со спуфингом (умышленной имитацией навигационных сигналов) в целях исследовать уязвимости и повышать помехоустойчивость ГНСС-приложений.

## Литература

- [1] *GPSPATRON. 680 Forks on GitHub for GPS Signal Simulation*. URL: <https://gpspatron.com/680-forks-on-github-for-gps-signal-simulation/> (accessed 20.03.2025).
- [2] *GNSS Learning. Open-Source GPS Signal Simulator — Educational presentation*. URL: [https://gnss-learning.org/wp-content/uploads/2022/08/14\\_Simulator\\_rev1.pdf](https://gnss-learning.org/wp-content/uploads/2022/08/14_Simulator_rev1.pdf) (accessed 20.03.2025).
- [3] *RINEX 3.04: The Receiver Independent Exchange Format. International GNSS Service (IGS)*. URL: <http://acc.igs.org/misc/rinex304.pdf> (accessed 20.03.2025).
- [4] *GNSS Ephemerides and Almanacs — NovAtel Support Knowledge*. URL: [https://docs.novatel.com/OEM7/Content/PDFs/OEM7\\_Commands\\_Logs\\_Manual.pdf](https://docs.novatel.com/OEM7/Content/PDFs/OEM7_Commands_Logs_Manual.pdf) (accessed 20.03.2025).
- [5] *GPS and Galileo Satellite Coordinates Computation*. URL: [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS\\_and\\_Galileo\\_Satellite\\_Coordinates\\_Computation](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_and_Galileo_Satellite_Coordinates_Computation) (accessed 20.03.2025).
- [6] *GNSS signal*. URL: [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GNSS\\_signal](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GNSS_signal) (accessed 20.03.2025).
- [7] Borre K. *The E1 Galileo Signal — Lecture at Stanford University*. URL: [https://web.stanford.edu/group/scpnt/gpslab/pubs/papers/Borre/galileo\\_sig.pdf](https://web.stanford.edu/group/scpnt/gpslab/pubs/papers/Borre/galileo_sig.pdf) (accessed 20.03.2025).
- [8] Yang X. A Fast Acquisition Algorithm for Hybrid Signals of 5G and BeiDou B1. *Applied Sciences*, 2023, vol. 13 (13), art. no. 7818.
- [9] *Galileo Navigation Message*. URL: [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo\\_Navigation\\_Message](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo_Navigation_Message) (accessed 20.03.2025).
- [10] *Galileo Signal Plan*. URL: [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo\\_Signal\\_Plan](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo_Signal_Plan) (accessed 20.03.2025).

## Development of a software simulator for transmitting signals from mobile satellite systems (GPS, Galileo, BeiDou)

Tarasov Nikolay Evgenievich

tarasovne@student.bmstu.ru

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This paper presents a software GNSS signal simulator with support for GPS, Galileo, and BeiDou. The main stages of signal generation are described: reading ephemerides from a RINEX file, computing satellite positions from ephemeris data, generating pseudo-random noise (PRN) codes and navigation messages, synthesizing modulated signals accounting for Doppler shift and pseudorange, and summing all satellite signals into a single I/Q stream. It is shown that the proposed approach can realistically simulate multi-satellite signals. The developed simulator can be used for laboratory testing of GNSS receivers and for signal spoofing research.*

**Keywords:** GNSS signal simulator, software-defined radio, pseudorandom code, navigation message, Doppler shift

УДК 004.92

## Управление компьютером жестами с использованием веб-камеры: инновационный подход к взаимодействию

Борисов Никита Сергеевич

bns40@mail.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена разработке и исследованию системы управления компьютером с помощью жестов, использующей веб-камеру. Рассмотрены современные подходы к взаимодействию человека с компьютером, акцентируя внимание на преимуществах естественных интерфейсов перед традиционными устройствами ввода. Описаны методы анализа изображений и алгоритмы распознавания жестов, основанные на компьютерных знаниях и машинном обучении. Предложена архитектура системы, включающая модуль захвата и обработки изображения, детектор рук и классификатор жестов. Тестирование показало среднюю точность распознавания 85 % при времени отклика до 100 мс. Обозначены перспективы дальнейшего совершенствования технологии, включая интеграцию с дополненной реальностью и глубоким обучением.*

**Ключевые слова:** управление жестами, компьютерное зрение, веб-камера, человеко-компьютерное взаимодействие, алгоритмы обработки изображений

Современные технологии взаимодействия человека с компьютером требуют новых решений, которые были бы более естественными и удобными для пользователей. Управление жестами с помощью веб-камеры представляет собой перспективную альтернативу традиционным устройствам ввода. Эта технология особенно актуальна в условиях, когда использование мыши и клавиатуры затруднено, например во время презентаций, в образовательных процессах или для людей с ограниченными возможностями.

Целью данного исследования является анализ существующих методов управления компьютером жестами, разработка алгоритмов распознавания жестов с использованием веб-камеры и оценка эффективности предложенного решения. Особое внимание уделяется вопросам точности распознавания, адаптации к различным условиям освещения и интеграции с популярными операционными системами [1].

Для реализации системы управления жестами были использованы методы компьютерного зрения и машинного обучения. Основные этапы работы включают:

- обнаружение руки на изображении с использованием цветового пространства HSV и методов сегментации;
- выделение контура руки и ключевых точек (пальцев, ладони) с применением алгоритмов обнаружения краев и выпуклых оболочек;
- классификация жестов на основе геометрических характеристик руки и ее движений;



– преобразование жестов в команды операционной системы (перемещение курсора, клики, прокрутка) [2].

Тестирование системы проводилось на операционных системах Windows, Linux и macOS с использованием веб-камер различного разрешения.

Предложенная система состоит из двух основных модулей.

Модуль распознавания жестов:

- захват изображения с веб-камеры;
- предварительная обработка (фильтрация, повышение контрастности);
- детектирование руки и выделение ее контура;
- классификация жестов с помощью алгоритмов машинного обучения.

Модуль выполнения команд:

- преобразование распознанных жестов в соответствующие действия (например, перемещение курсора или клик);
- интеграция с API операционных систем для эмуляции ввода [3].

Система была протестирована в различных условиях освещения и с разными пользователями. Точность распознавания жестов составила в среднем 85 %, при этом время отклика не превышало 100 мс. Наилучшие результаты были достигнуты при хорошем освещении и использовании камер с разрешением не менее 720p.

Несмотря на успешную реализацию, система сталкивается с рядом ограничений:

- зависимость от освещения: качество распознавания снижается при слабом или неравномерном освещении;
- ограниченный набор жестов: текущая версия системы поддерживает базовые жесты (перемещение, клики, прокрутка);
- вычислительная нагрузка: обработка изображений в реальном времени требует значительных ресурсов CPU [4].

Перспективы развития технологии включают:

- использование глубокого обучения для повышения точности распознавания;
- интеграцию с дополненной реальностью (AR) для расширения функциональности;
- разработку универсального SDK для упрощения внедрения в различные приложения.

Управление компьютером жестами с использованием веб-камеры представляет собой многообещающую технологию, которая может значительно улучшить взаимодействие человека с компьютером. Несмотря на существующие ограничения, дальнейшее развитие алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения позволит создать более надежные и универсальные решения. Эта технология имеет большой потенциал для применения в различных областях, от образования до индустрии развлечений.

## Литература

- [1] Борисов Н.С., Белов Ю.С. Анализ методов для управления персональным компьютером жестами. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: сб. матерв.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, с. 313–316.
- [2] Williamson A. *Vision based cursor control using hand gestures and a webcam.* The University of the West Indies St. Augustine, 2009.
- [3] Борисов Н.С., Белов Ю.С. Анализ методов обработки действий курсора на программном уровне в различных операционных системах. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Рег. науч.-техн. конф.: сб. матер.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, с. 77–82.
- [4] Борисов Н.С., Белов Ю.С. Применение нейроядра процессора для оптимизации алгоритмов машинного зрения. *Теоретические основы и практическое применение инновационных исследований: матер.* Санкт-Петербург, Изд-во ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», 2024, с. 9–11.

## Gesture control of your computer with a webcam: an innovative approach to interaction

**Borisov Nikita Sergeevich**

bns40@mail.ru

**Belov Yuri Sergeevich**

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article is devoted to the development and research of a computer control system using gestures using a webcam. Modern approaches to human-computer interaction are considered, focusing on the advantages of natural interfaces over traditional input devices. The paper describes image analysis methods and gesture recognition algorithms based on computer knowledge and machine learning. The architecture of the system is proposed, including an image capture and processing module, a hand detector and a gesture classifier. Testing showed an average recognition accuracy of 85 % with a response time of up to 100 ms. The prospects for further improvement of the technology, including integration with augmented reality and deep learning, are outlined.*

**Keywords:** *gesture control, computer vision, webcam, human-computer interaction, image processing algorithms*

УДК 004.89

## YOLO-v4 эволюция скоростной детекции объектов в компьютерном зрении

Евсеев Владислав Дмитриевич

evseevvd@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена практическому применению. Основное внимание уделено использованию алгоритма в автономных транспортных средствах, системах видеонаблюдения и промышленной автоматизации, где критически важны быстродействие и надежность. Рассмотрены ключевые инновации YOLOv4: оптимизированная CSPDarknet53, методы аугментации данных и улучшенная функция потерь, обеспечивающие работу в условиях ограниченных ресурсов.*

**Ключевые слова:** YOLOv4, детекция объектов, компьютерное зрение, реальные приложения, Edge-вычисления

В области компьютерного зрения задача детекции объектов занимает центральное место, находя применение в беспилотном транспорте, системах видеомониторинга, медицинской визуализации и промышленной автоматизации. Среди множества алгоритмов, разработанных для решения этой задачи, семейство архитектур YOLO (You Only Look Once) заслуживает особого внимания [1] благодаря уникальному сочетанию скорости обработки и точности распознавания. В 2020 г. научное сообщество познакомилось с YOLOv4 — революционной версией алгоритма, предложившей ряд инновационных решений, которые значительно превосходили показатели предыдущих итераций.

**Архитектурные инновации YOLOv4.** Основой YOLOv4 стала усовершенствованная версия Darknet53, модернизированная за счет внедрения технологии Cross Stage Partial connections (CSP). Это решение позволило достичь двух важнейших целей: существенного сокращения вычислительной нагрузки (примерно на 20 % по сравнению с оригинальной Darknet53) [2] и оптимизации градиентного потока в процессе обучения. Особого внимания заслуживает выбор функции активации — разработчики отказались от традиционных ReLU и LeakyReLU в пользу Mish, что привело к заметному росту точности распознавания.

Система агрегации признаков в YOLOv4 представляет собой тщательно продуманную комбинацию Path Aggregation Network (PANet) и Spatial Pyramid Pooling (SPP). SPP модуль особенно важен, так как он позволяет увеличить receptive field без потери разрешения, что критически важно для эффективного обнаружения объектов различных масштабов. Сохраняя проверенную временем трехмасштабную структуру детектора (аналогичную YOLOv3), разработчики обеспечили модели возможность одинаково хорошо

работать с объектами разных размеров — от крупных транспортных средств до мелких пешеходов в городской среде.

**Оптимизация производительности и точности.** Одним из наиболее значимых улучшений в YOLOv4 стала комплексная оптимизация, затронувшая как скорость работы, так и точность распознавания. Внедрение передовых методов аугментации данных, включая Mosaic и CutMix, позволило существенно улучшить качество обучения, особенно при работе с ограниченными наборами данных. Важным шагом вперед стало использование Complete Intersection over Union (CIoU) в функции потерь, что привело к более точному позиционированию bounding box.

Вычислительная эффективность модели была значительно повышена благодаря нескольким ключевым решениям. Помимо уже упомянутого сокращения параметров за счет CSPDarknet53, разработчики реализовали поддержку GPU-оптимизированных методов, включая TensorRT [3]. Это позволило достичь рекордных показателей скорости обработки при сохранении высокой точности.

**Эволюция архитектуры: современные модификации.** После первоначального релиза YOLOv4 появилось несколько специализированных модификаций, адаптированных для различных сценариев использования:

- YOLOv4-tiny — оптимизированная версия для устройств с ограниченными вычислительными ресурсами, сохраняющая приемлемую точность при значительном увеличении скорости работы;

- Scaled-YOLOv4 — масштабируемая архитектура, позволяющая гибко настраивать модель в зависимости от доступных аппаратных ресурсов и требований к точности;

- YOLOv4-csp — расширенная версия с дополнительными CSP-блоками, демонстрирующая еще более высокие показатели точности за счет усложнения архитектуры.

**Адаптация YOLOv4 для Edge-устройств.** Несмотря на впечатляющие характеристики YOLOv4 в задачах детекции объектов, ее прямое применение на edge-устройствах сталкивается с существенными ограничениями, связанными с высокими требованиями к вычислительным ресурсам и энергопотреблению [3]. Это обуславливает необходимость комплексной оптимизации архитектуры, включающей как структурные изменения модели, так и низкоуровневые аппаратные оптимизации.

Наиболее распространенным подходом к адаптации YOLOv4 для ресурсоограниченных устройств стало создание облегченной версии YOLOv4-tiny, в которой количество детектирующих голов сокращено с трех до двух, а в качестве backbone используется упрощенный вариант CSPDarknet53. Такая модификация позволяет уменьшить количество параметров модели в 4–6 раз (до 6–12 млн) при сохранении приемлемой точности детекции. Практические испытания демонстрируют, что на платформе Raspberry Pi 4 адаптированная версия обеспечивает скорость обработки 3,7 кадров в секунду по сравнению с 0,8 кадра у оригинальной модели.

**Актуальность архитектуры YOLOv4.** Данная модель компьютерного зрения сохраняет свою востребованность благодаря многолетнему опыту успешного применения в реальных условиях. В отличие от более новых, но недостаточно проверенных аналогов, она демонстрирует исключительную надежность в промышленной эксплуатации. Ключевыми преимуществами модели являются оптимизированная архитектура CSPDarknet53, обеспечивающая эффективную работу на оборудовании с ограниченными ресурсами, а также возможность масштабирования через специализированные модификации (YOLOv4-tiny, YOLOv4-csp). Поддержка научного сообщества, выражающаяся в постоянных исследованиях, регулярных обновлениях и наличии обширной учебно-методической базы, в сочетании с перечисленными характеристиками объясняет востребованность YOLOv4 в приложениях, где критически важны стабильность работы и экономическая эффективность, а не исключительно максимальные показатели точности [4].

## Литература

- [1] Конушин А.С., Куров Е.В., Вешняков А.В. Методы детекции объектов на основе сверточных нейронных сетей. *Информационные технологии и вычислительные системы*, 2021, № 2, с. 55–67.
- [2] Матвеев А.Н., Стрижов В.В. Сравнительный анализ алгоритмов детекции объектов в реальном времени. *Искусственный интеллект и принятие решений*, 2022, № 1, с. 34–48.
- [3] Bochkovskiy A., Wang C.-Y., Liao H.-Y.M. YOLOv4: optimal speed and accuracy of object detection. *Arxiv:2004.10934*, 2020
- [4] Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An incremental improvement. *Arxiv preprint arXiv:1804.02767*, 2018.

## Yolo-v4 evolution of real-time object detection in computer vision

Evseev Vladislav Dmitrievich

evseevvd@student.bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article is devoted to practical application. The main focus is on the use of the algorithm in autonomous vehicles, video surveillance systems, and industrial automation, where speed and reliability are critical. Key innovations of YOLOv4 are considered: optimized CSPDarknet53, data augmentation methods and improved loss function, ensuring operation in conditions of limited resources.*

**Keywords:** YOLOv4, object detection, computer vision, real-world applications, edge computing

УДК 004.738

## Технология обнаружения объектов с помощью пассивного мультистатического радара

Гаранин Никита Андреевич

garaninna@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_je@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Предложен метод обнаружения и локализации объектов для пассивного мультистатического радара на базе GNSS. Этот подход основан на большом пространственном разнообразии, обеспечиваемом навигационными спутниковыми группировками, для обеспечения осведомленности с использованием коротких временных интервалов интеграции, что позволяет обойти недостатки подходов, основанных на длительном пребывании, которые обычно рассматриваются в пассивных радиолокационных системах спутникового базирования. Предлагаемый подход использует декартову плоскость и способен обеспечить одномоментное обнаружение и локализацию объектов в исследуемом районе.*

**Ключевые слова:** мультистатический радар, пассивный радар, радиолокационное обнаружение, бистатический канал

**Введение.** Пассивные радиолокационные системы, основанные на спутниковых передачах, становятся многообещающим вариантом для наблюдения. В отличие от обычных активных радиолокационных систем, датчики работают без передающего сегмента, что не требует выделенных ресурсов спектра и снижает габариты, вес и энергопотребление. Эти факторы, наряду со снижением уровня электромагнитного загрязнения, способствуют их размещению в критически важных местах. Основываясь на передачах сигналов из космоса, системы могут работать даже в отдаленных районах. Подходящими источниками информации о возможностях являются спутники связи, такие как Iridium и Inmarsat, спутники цифрового телевидения, такие как Astra и Eutelsat, и навигационные спутники, такие как GPS и Galileo. Среди возможных вариантов перспективным решением являются глобальные навигационные спутниковые сигналы (GNSS) [1]. Во-первых, конструкция этих группировок гарантирует глобальное, надежное и постоянное покрытие, в частности, благодаря заранее известной структуре сигнала, которая одинакова во всем мире, что позволяет повсеместно использовать одну и ту же систему приема без необходимости адаптации к местным стандартам. Примечательно, что GNSS обеспечивают избыточность передатчиков с большим пространственным разнесением, относительно широкую полосу пропускания (до 10,23 МГц) и передачу по нескольким каналам в  $L$ -диапазоне. С другой стороны, пассивные радиолокационные системы на основе GNSS страдают из-за ограниченного бюджета мощности, что снижает наблюдаемость объекта, что, в свою очередь, ограничивает дальность действия.

Стоит отметить, что в пассивном радаре на базе GNSS один приемник может собирать сигналы, поступающие с нескольких спутников, образуя, таким образом, мультистатическую пассивную радиолокационную систему. Это дает прекрасную возможность локализовать объект, не прибегая к дорогостоящим конфигурациям антенных приемников: как правило, обнаружение происходит по отдельным бистатическим каналам (т. е. спутникам), а на последующем этапе данные обнаружения объединяются в бистатические пары (обычно путем определения пересечений бистатических эллипсоидов), чтобы локализовать ее в пространстве. Данный метод позволяет достичь более высокой производительности как при обнаружении, так и при локализации, чем в обычных двухэтапных процедурах, поскольку приемник совместно обрабатывает непороговые сигналы, полностью используя доступную информацию.

Мультистатический радар на базе GNSS для наблюдения за отдаленными территориями. Рассмотрим одно приемное устройство, предназначенное только для дистанционного наблюдения за интересующим районом. Приемник оснащен двумя радиочастотными каналами, один из которых используется для объектов, а другой — для наблюдения. Первый использует антенну с низким коэффициентом усиления, направленную в небо, для регистрации прямых сигналов, в то время как второй собирает отраженные сигналы от исследуемой территории с помощью антенны с более высоким коэффициентом усиления. Поскольку навигационные спутники спроектированы таким образом, чтобы гарантировать одновременную видимость нескольких спутников из любой точки земной поверхности (4–8 для одной группировки), что позволяет установить несколько бистатических каналов связи [2].

Поскольку GNSS работает со схемами множественного доступа с кодовым/частотным разделением, сигналы с разных спутников могут быть легко разделены и индивидуально обработаны [3]. Пусть  $N$  — количество спутников, зарегистрированных приемником, определяем  $(\theta, X, Y, Z)$  спутниковую систему отсчета с центром в точке расположения приемника.

Без потери общности, ось  $X$  обозначает точку наблюдения. направление наведения антенны канала. Плоскость  $Z = 0$  представляет собой зону для наблюдения, на ней находится объект, расположенное в позиции  $p = [x, y, 0]^T$ , который должен быть обнаружен и локализован. Поскольку сигналы GNSS передаются непрерывно, предварительное импульсное переформатирование радиолокатора осуществляется путем определения эквивалентного интервала повторения импульсов (PRI), который обычно устанавливается равным длине последовательности псевдослучайных помех (PRN) в передачах (1 мс).

Для достижения таких целей с помощью рассматриваемой системы обычно выполняются три основных шага. Шаги 1 и 2 реализуются отдельно для каждого бистатического канала (бистатическая обработка), в то время как Шаг 3 касается мультистатического объединения данных.

Подробнее рассмотрим каждый шаг.

1. Синхронизация сигналов — в пассивных радиолокационных системах реализована взаимная корреляция между данными прямой и отраженной тра-

ектории для имитации согласованной фильтрации и сжатия радиолокационных данных. Однако из-за ограничений по энергопотреблению в случае, основанном на GNSS, необходимо получить точную копию прямого сигнала без помех. Это достигается путем отслеживания параметров прямого сигнала (например, временной задержки, доплеровского сигнала, фазы и, если таковой существует, навигационного сообщения) и использования знания кодов псевдослучайных шумов (PRN).

2. Процессор дальности и доплеровской обработки (RD) — после сжатия дальности осуществляется доплеровская фильтрация по интервалу когерентной обработки (CPI) длительностью  $T_a$  для получения карты дальности.  $T_a$  обычно ограничивается 2–3 секундами, так что комплексную отражательную способность судна можно считать постоянной. Более того, эффектами дальности и доплеровской миграции ячеек в течение таких временных интервалов можно пренебречь, учитывая относительно низкое разрешение по дальности и ограниченную скорость объекта. Таким образом, карта RD, относящаяся к  $i$ -му бистатистическому каналу, может быть получена с помощью дискретного преобразования Фурье (БПФ). Затем, после определения квадратичного модуля, применяются пороговые методы принятия решения для обнаружения объекта.

3. Пересечение бистатистических диапазонов — положение объекта в локальной плоскости может быть получено с помощью мультилатерационных подходов, состоящих в пересечении бистатистических изодиапазонов, относящихся к бистатистическим каналам, в которых произошло обнаружение.

Ограниченный ресурс, обеспечиваемый GNSS, может сделать описанный выше метод неэффективным из-за высокой вероятности пропущенных обнаружений, что, в свою очередь, ухудшает возможности локализации, которые полностью исключаются, если изодиапазонов меньше минимального значения (т. е. 2 для локализации на плоскости земли) [4]. Чтобы увеличить требуемую мощность на каждом бистатистическом канале, процессор удаленного доступа часто модифицируется для работы с более длительным временем ожидания.

Как правило, в многокадровых системах реализованы процедуры интегрирования, выполняющие квадратичное интегрирование карт, относящихся к последовательным кадрам [5]. Однако эти методы требуют компенсации целевого движения между различными кадрами путем обращения к соответствующим границам на основе предполагаемой модели движения и соответствия каждой границы определенному набору параметров модели. Таким образом, если фактическое движение объекта заметно отклонится от предполагаемой модели, могут возникнуть значительные потери. Более того, жесткое решение, принимаемое на каждом бистатистическом канале, предотвращает использование тех каналов, где в любом случае произошло пропущенное обнаружение, например из-за малого бистатистического стандарта обмена сообщениями RCS. Чтобы преодолеть эти недостатки, предлагаемая процедура изменяет традиционный подход следующим образом, в частности, бистатистиче-



ские процессоры удаленного управления по-прежнему работают с короткими сигналами, но вместо периферийных решений используется комбинация мультистатистических данных без изменения порога. Таким образом, дополнительный выигрыш, обычно получаемый за счет многокадровых процедур, может быть выполнен с небольшими задержками, используя имеющееся пространственное разнообразие и в то же время используя всю доступную информацию для решения задачи локализации.

Стоит отметить, что положение и скорость спутника являются известными величинами. Эта информация получена путем демодуляции навигационных сообщений, передаваемых спутником в режиме реального времени. Следовательно, для заданной целевой скорости  $v$  можно получить декартову карту  $M_i$ , выбрав  $i$ -ю ячейку, соответствующую каждой позиции исследуемой области. А именно, получается набор декартовых отображений  $M_i(x, y; v)$  для подходящего набора предполагаемых скоростей объектов. Поскольку бистатистические данные проецируются в общей области независимо от  $i$ -й бистатистической геометрии, может быть реализована прямая интеграция данных на пиксельной основе [6].

Затем к каждой карте в стеке применяется пороговое значение. В отличие от обычной схемы, в которой используются только  $N$  каналов, в этом типе мультистатистического объединения данных все доступные каналы участвуют в принятии окончательных решений. Максимальный выигрыш от интеграции достигается на карте в стеке, соответствующей скорости, наиболее близкой к фактическому значению. На такой карте действительно достигается наилучшее распределение энергии цели среди карт  $M_i$  в соответствии с фактическим местоположением объекта, что обеспечивает одномоментное обнаружение и его локализацию.

Конечно, вычислительная сложность предлагаемого подхода выше, чем при обычной процедуре бистатистического обнаружения, поскольку проекция бистатистических  $\Theta$ -карт на декартовы карты  $M_i(x, y; v)$  требует вычисления  $N_p$ -точек, определяющих исследуемую область. Дискретизация декартовой сетки может быть задана путем задания интервала между ячейками, равного наилучшему разрешению по дальности и азимуту, обеспечиваемому системой. Таким образом, вычислительная сложность метода линейно возрастает с увеличением количества спутников. Однако стоит подчеркнуть, что в рассматриваемой конфигурации системы одна и та же принимающая станция выступает в качестве сборщика мультистатистических данных. Таким образом, независимо от количества задействованных спутников, все данные могут обрабатываться локально без необходимости настраивать широкополосный канал связи между узлами конфигурации мультистатистического радара, что часто является основным узким местом для реализации комбинаций данных без ограничений в распределенных системах.

**Заключение.** В данной работе представлен новый подход к обнаружению и локализации объектов с помощью мультистатистических радиолокационных систем, основанных на GNSS-индикаторах. В частности, предлагаемый

подход использует пространственное разнообразие, обеспечиваемое навигационными спутниками, для преодоления ограничений, связанных с ограниченным энергопотреблением системы. Поскольку процедуры полностью выполняются в декартовой плоскости, они могут обеспечить четкое представление об исследуемой области, обеспечивая за один шаг обнаружение цели и ее местоположение в пределах исследуемой области.

## Литература

- [1] Nasso I., Santi F. A centralized ship localization strategy for passive multistatic radar based on navigation satellites. *IEEE Geosci. Rem. Sens. Lett.*, 2022, vol. 10, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1109/lgrs.2022.3204169>
- [2] Gomez-Del-Hoyo P., Gronowski K., Samczynski P. The STARLINK: based passive radar: preliminary study and first illuminator signal measurements. *23rd International Radar Symposium (IRS)*. Gdansk, Poland, 2022, pp. 350–355. <https://doi.org/10.23919/IRS54158.2022.9905046>
- [3] He Z., Yang Y., Chen W. A hybrid integration method for moving target detection with GNSS-based passive radar. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Rem. Sens.*, 2021, vol. 14, pp. 1184–1193. <https://doi.org/10.1109/jstars.2020.3037200>
- [4] Ma H. Maritime moving target indication using passive GNSS-based bistatic radar. *IEEE Trans. Aero. Electron. Syst.* 2018, vol. 54 (1), pp. 115–130. <https://doi.org/10.1109/taes.2017.2739900>
- [5] Huang C. BeiDo — based passive radar vessel target detection: method and experiment via long-time optimized integration. *Rem. Sens.*, 2021, vol. 13 (19), pp. 3933–3941. <https://doi.org/10.3390/rs13193933>
- [6] Li Z. Multi-frame fractional Fourier transform technique for moving target detection with space-based passive radar. *IET Radar, Sonar Navig.*, 2017, vol. 11 (5), pp. 822–828. <https://doi.org/10.1049/iet-rsn.2016.0432>

## Assive multistatic radar object detection technology

Garanin Nikita Andreevich

garaninna@student.bmstu.ru

Gagarin Yuri Evgenievich

gagarin\_ye@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*In this paper, we propose a method for detecting and localizing objects for a passive multistatic radar based on GNSS. This approach is based on the large spatial diversity provided by navigation satellite groupings to ensure awareness using short integration time intervals, which circumvents the disadvantages of long-stay approaches that are usually considered in passive satellite-based radar systems. The proposed approach uses the Cartesian plane and is capable of providing simultaneous detection and localization of objects in the studied area.*

**Keywords:** multistatic radar, passive radar, radar detection, bistatic channel

УДК 004.89

## Сравнительный анализ методов автоматизированного построения траектории полета летательного аппарата

Батурин Михаил Михайлович

k4dys@yandex.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin\_ye@bmstu.ru

КФ МГТУ им Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Одной из наиболее перспективных проблем, в рамках теории управления движением, является нахождение метода точного и быстрого построения траектории полета летательного аппарата. Значительное количество факторов, вариабельность их влияния на модель, существенная вычислительная сложность имеющихся алгоритмов или значимые допущения по точности делают проблематику данной области открытой, несмотря на большое количество ранее проведенных исследований. Проведено сравнение различных методов оптимизации траектории полета. Результаты работы позволяют разработчикам выбирать оптимальные решения для различных условий и исходных данных задачи построения траектории.*

**Ключевые слова:** построение траекторий, оптимизация передвижения, эвристические алгоритмы, машинное обучение

**Введение.** Построение маршрута летательного аппарата можно подразделить на две на первый взгляд схожие, но фактически принципиально разные задачи: построение двумерной траектории, на плоскости, что допустимо в ряде задач, но не может в полной мере считаться истинным вычислением траектории полета, и построение трехмерной траектории, что применимо к гораздо более сложному пространству, в котором возможно учитывать рельеф местности и прочие ограничивающие факторы.

**Алгоритм А\*.** Стандартный алгоритм поиска кратчайшего пути от начальной вершины графа к другой. Базируется на эвристической функции обхода вершин, вычисляется как сумма стоимости достижения вершины и функции оценки расстояния. Первой проблемой является вычислительная сложность при большой размерности рассматриваемого пространства и малом (относительно) шаге детализации. Другим недостатком является невозможность учитывать дополнительные факторы, такие как допустимость перемещения из одной точки в другую, исходя из физических характеристик рассматриваемого аппарата. Интеграция А\* и динамического оконного подхода (DWA) способно в некоторой степени улучшить производительность [1]. Построение глобальной оптимальной функции оценки пути и, на основе нее, выборка ключевых точек, которые, впоследствии, ставятся подцелевыми точками локального пути, дает улучшение в длине результирующего маршрута, улучшает его гладкость, снижает потребление вычислительных ресурсов.

**Алгоритм АСО.** Подход АСО представляет собой репликацию совместного поведения колонии муравьев. Введенный авторами [2] динамический

фактор улучшает направленность выбора маршрута, оптимизируя тем самым время вычисления. Использование Б-сплайна позволяет получить более сглаженную траекторию. Проблемы медленной сходимости и попадания в локальный оптимум решаются путем введения стратегии перехода состояния. Данный метод, однако, сталкивается со сложностями при масштабировании пространства, что затрудняет его применение.

**Алгоритм DE.** Базируется на глобальной оптимизации с применением селекции и мутации. За счет включения в расчеты оптимизации целевой функции по маневрированию, подходит для применения в сложной среде с большим количеством препятствий и изгибов рельефа. Вектор мутаций следующего поколения решений формируется из векторов разностей предыдущего. Многостратегический улучшенный метод DE (MSIDE) [3] включает в себя оптимизацию по стоимости траектории, стоимости сглаживания траектории, потребление энергии на маневрирование и стоимости обхода препятствий.

**Алгоритм PSO.** Модификация метаэвристического алгоритма оптимизации роя частиц (PSO), основана на изменении адаптивного веса инерции, что дает лучшую сходимость, в сравнении с классическим подходом PSO [4]. К минусам подхода можно отнести существенное увеличение стоимости вычислений за счет стоимости итеративного определения веса инерции, также в работе рассматривается лишь двумерное пространство.

**Алгоритм GA.** Генетический алгоритм эффективен в решении задач оптимизации в рамках комплексного пространства с большим количеством параметров. Суть метода заключается в итеративном создании наборов возможных решений. В работе [5] авторы оптимизируют целевую функцию по минимизации потребляемой энергии и длине маршрута. В рамках каждой новой итерации происходит решение классической задачи коммивояжера. Предложенный метод показывает неплохие результаты в высокодинамичной трехмерной среде, с изменением препятствий, однако в нем отсутствует учет физических характеристик аппарата. За счет итеративного подхода, достаточно велика вычислительная нагрузка, не учитываются параметры окружающей среды, что делает вычислительный эксперимент скорее синтетическим, чем приближенным к реальности.

**Алгоритм RRT.** Подход на основе случайной выборки, известный как быстрое случайное дерево (RRT) [6], позволяет оптимизировать траектории в рамках многофакторной трехмерной среды. Данный подход дает сравнительно (относительно классического случайного дерева) быстрый результат за счет лучшей сходимости, однако вычислительная сложность делает его малоприменимым при большом масштабе предметного пространства.

**Алгоритм APF.** Искусственное потенциальное поле (APF) базируется на векторе воздействия, направляющем аппарат к конечной точке, при этом избегая столкновения с препятствиями, стандартный подход имеет ряд недостатков, таких как локальные минимумы, в работе [7] предложен подход на основе динамического фактора отталкивания, что делает его более жизнеспособным относительно классического потенциального поля.

**Алгоритм FL.** Оптимизация траектории за счет использования нечеткой логики (FL) дает неплохие результаты в комплексных средах [8], за счет введения нормализованных метрик различных факторов (от 0 до 1), хорошо применима в приближенных к реальности условиях. В работе авторы оптимизируют целевую функцию по опасности и длине пути. Существенным минусом данного подхода является большая вычислительная сложность.

**Алгоритм NN.** Нейронная сеть (NN) — это модель машинного обучения, представляющая собой последовательности нейронов, объединенных в цепочки и слои, по очереди или параллельно обрабатывающие набор данных. В задаче построения авторы [9] применили рекуррентно-сверточную нейронную сеть (RCNN) для повышения точности и снижения рисков столкновений в сложных ситуациях при планировании пути летательных аппаратов в реальном времени. Хотя RCNN демонстрирует высокую производительность в моделируемых средах, ее высокая вычислительная сложность может быть критичным ограничением.

**Алгоритм RL.** Обучение с подкреплением (RL) — это автоматизированный метод обучения, который использует метод проб и ошибок для оптимизации кумулятивных вознаграждений в роботизированных системах. Предложенная авторами структура глубокого обучения с подкреплением (DRL) повышает ясность и понятность процессов принятия решений [10]. Хотя она обеспечивает хороший баланс между скоростями обучения и принятия решения, вычислительная нагрузка затрудняет масштабирование алгоритма для сложных многофакторных сред.

**Закключение.** Автоматизированное построение траектории полета летательного аппарата является перспективным направлением, несмотря на объем проведенных в данной области исследований. Рассмотренные подходы имеют свои преимущества, равно как и недостатки. Высокая вычислительная нагрузка, либо же высокие допущения по точности существующих алгоритмов вынуждают нас продолжать поиск оптимальных решений, комбинировать имеющиеся.

## Литература

- [1] Bai X., Jiang H., Cui J., Lu K., Chen P., Zhang M. UAV Path Planning Based on Improved A\* and DWA Algorithms. *Int. J. Aerosp. Eng.*, 2021, art. no. 4511252.
- [2] Qi D., Zhang Z., Zhang Q. Path planning of multirotor UAV based on the improved ant colony algorithm. *J. Robot.*, 2022, art. no. 2168964.
- [3] Zhang M., Han Y., Chen S., Liu M., He Z., Pan N. A Multi-Strategy Improved Differential Evolution algorithm for UAV 3D trajectory planning in complex mountainous environments. *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 2023, vol. 125, art. no. 106672.
- [4] Nayeem G.M., Fan M., Akhter Y. A. Time-Varying Adaptive Inertia Weight based Modified PSO Algorithm for UAV Path Planning. *Proceedings of the 2021 2nd International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, 2021, pp. 573–576. <https://doi.org/10.1109/ICREST51555.2021.9331101>
- [5] Sonmez A., Kocyigit E., Kugu E. Optimal path planning for UAVs using Genetic Algorithm. *Proceedings of the 2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, IEEE, 2015, pp. 50–55.

- [6] Noreen I., Khan A., Habib Z. Optimal path planning using RRT\* based approaches: a survey and future directions. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 2016, vol. 7, pp. 97–107.
- [7] Selvam P.K., Raja G., Rajagopal V., Dev K., Knorr, S. Collision-free Path Planning for UAVs using Efficient Artificial Potential Field Algorithm. *Proceedings of the 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring)*, 2021, pp. 1–5.
- [8] Juan V.S., Santos M., Andujar J.M. *Intelligent UAV Map Generation and Discrete Path Planning for Search and Rescue Operations*. Complexity, 2018, art. no. 6879419.
- [9] Liu Y., Zheng Z., Qin F., Zhang X., Yao H. A residual convolutional neural network-based approach for real-time path planning. *Knowl. Based Syst.*, 2022, vol. 242, art. no. 108400.
- [10] He L., Aouf N., Song B. Explainable Deep Reinforcement Learning for UAV autonomous path planning. *Aerosp. Sci. Technol.*, 2021, vol. 118, art. no. 107052.

## Comparative analysis of methods for automated construction of aircraft flight trajectory

**Baturin Mikhail Mikhailovich**

k4dys@yandex.ru

**Gagarin Yury Evgenievich**

gagarin\_je@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*One of the most promising problems in the theory of motion control is finding a method for accurately and quickly constructing the flight path of an aircraft. A significant number of factors, the variability of their influence on the model, significant computational complexity of existing algorithms or significant assumptions on accuracy make the problems of this area open, despite a large number of previously conducted studies. This article provides a comparison of various methods for optimizing the flight path. The results of the work allow developers to choose optimal solutions for various conditions and initial data of the trajectory construction problem.*

**Keywords:** *trajectory construction, movement optimization, heuristic algorithms, machine learning*

УДК 004.93

## Развитие способов распознавания образов с помощью нейронных сетей

Бибиков Андрей Павлович

bibikovap@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена история развития сквозных алгоритмов и способов распознавания образов с помощью нейронных сетей. Рассмотрены традиционные подходы к выделению образов на изображении. Подробно рассмотрен алгоритм выборочного поиска образов на изображении. Подробно рассмотрен алгоритм обнаружения образов, основанный на модули сверточной нейронной сети на основе регионов. Подробно рассмотрено улучшение алгоритмы R-CNN в виде Fast R-CNN. Подробно рассмотрено улучшение алгоритма Fast R-CNN в виде Faster R-CNN. Сделаны выводы о дальнейших перспективах развития технологии обнаружения образов на изображениях.*

**Ключевые слова:** *нейросети, обнаружение образов, R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN*

Для распознавания объектов на изображениях применяются как классические алгоритмы, так и современные методы, использующие нейронные сети глубокого обучения. Традиционные подходы, например, реализованные в OpenCV, отличаются меньшими требованиями к вычислительным ресурсам, высокой скоростью работы и отсутствием необходимости в предварительном обучении. Однако их функциональность ограничена: они демонстрируют сниженную точность в сложных условиях — при неравномерном освещении, наличии теней и различных визуальных эффектов. В отличие от них, нейросетевые методы обеспечивают значительно более высокое качество распознавания в нестандартных сценариях, но для их работы необходимы большие объемы обучающих данных, мощное аппаратное обеспечение, а сам процесс обработки происходит медленнее. На сегодняшний день разработано множество архитектур нейронных сетей, специально предназначенных для решения задач компьютерного зрения. Далее проследим эволюцию этих технологий.

Самые простые базовые модели сначала определяют потенциальные области на изображении, а затем классифицируют их. Более продвинутым решением является алгоритм выборочного поиска, который локализует объекты следующим образом: сначала выделяются мелкие фрагменты изображения, а затем они последовательно объединяются в иерархическую структуру. В итоге формируется единый блок, охватывающий все изображение. Объединение областей происходит на основе анализа цветовых пространств и степени их визуального сходства. В результате алгоритм генерирует набор регионов-кандидатов, которые могут содержать искомый объект — эти регионы получают путем агрегации более мелких участков [1].

Значительным усовершенствованием данного метода стал алгоритм R-CNN, интегрирующий подход выборочного поиска для генерации регионов-кандидатов с технологиями глубокого обучения для последующего распознавания объектов в этих областях. Функциональная схема алгоритма представлена на рис. 1. Каждый регион-кандидат масштабируется до размеров, требуемых для обработки сверточной нейронной сетью (CNN), после чего извлекается 4096-мерный вектор признаков. Полученный вектор признаков поступает на вход нескольких классификаторов, определяющих вероятностную принадлежность объекта к различным классам. Для каждого класса реализован отдельный метод опорных векторов (SVM), обученный оценивать вероятность присутствия соответствующего объекта по заданному вектору признаков. Параллельно вектор анализируется линейным регрессором, корректирующим параметры ограничивающих рамок для каждого региона-кандидата, что позволяет минимизировать погрешности локализации объектов [2].

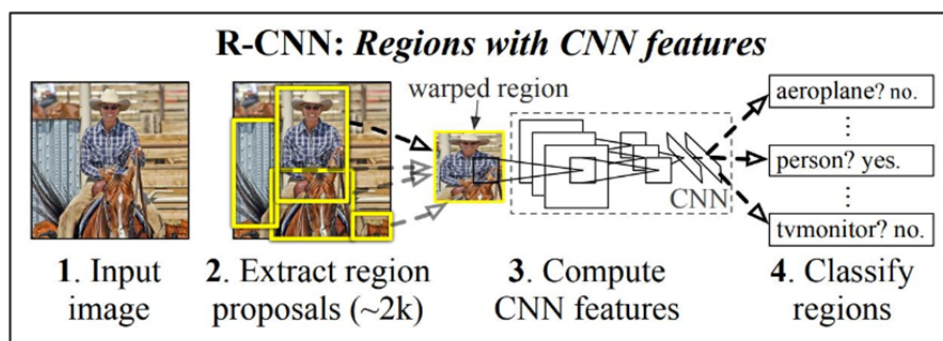


Рис. 1. Схема работы алгоритма R-CNN

Эволюционным развитием данного направления стал алгоритм Fast R-CNN, разработанный для оптимизации временных затрат, обусловленных необходимостью обработки множества регионов-кандидатов отдельными моделями. Архитектурная схема модели представлена на рис. 2. В отличие от R-CNN, где каждый регион обрабатывался независимо, в Fast R-CNN используется единая CNN с многослойной сверточной структурой, принимающая на вход целое изображение. Области интереса (Region of Interest, RoI) идентифицируются посредством метода выборочного поиска, применяемого к сформированным картам признаков. Для стандартизации размеров RoI используется специализированный слой RoI-pooling, преобразующий карты признаков в области с фиксированными пространственными характеристиками, задаваемыми как гиперпараметры модели. Каждая нормализованная область интереса проходит через полносвязные слои, генерируя соответствующий вектор признаков. Данный вектор одновременно используется для



двух задач: классификации объектов посредством softmax-классификатора и регрессионной коррекции координат ограничивающих рамок с помощью линейного регрессора [3].

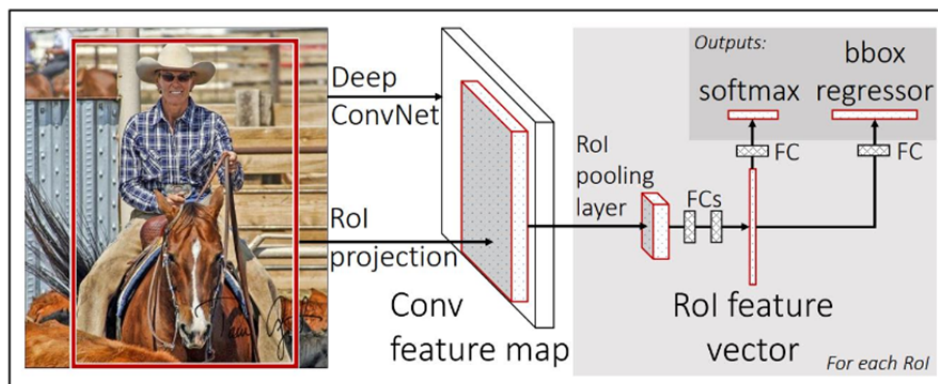


Рис. 2. Схема архитектуры Fast R-CNN

Следующей ступенью эволюции стал алгоритм Faster R-CNN, интегрирующий Region Proposal Network (RPN) — специализированную сеть для генерации регионов-кандидатов, предсказания ограничивающих рамок и детекции объектов — с архитектурой Fast R-CNN. В данной модели сверточная нейронная сеть обрабатывает исходное изображение целиком, формируя карты признаков. По полученным картам скользит  $3 \times 3$  окно, выход которого подается на два параллельных полносвязных слоя: для регрессии координат и классификации блоков. Максимальное количество рассматриваемых областей ( $k$ ) определяет размерность выходных тензоров:  $4000 \times 4000$  для регрессионного слоя и  $2000 \times 2000$  для классификационного. Сгенерированные области (анкорные блоки) проходят процедуру фильтрации по порогу достоверности, после чего отобранные кандидаты вместе с картами признаков поступают в Fast R-CNN. Такая архитектура полностью исключает необходимость использования выборочного поиска, что существенно ускоряет как процесс обучения, так и этап тестирования, одновременно повышая общую производительность системы [4].

Таким образом, распознавание образов на изображениях прошло значительную эволюцию: от традиционных алгоритмов, таких как методы OpenCV, до современных нейросетевых архитектур глубокого обучения. Современные алгоритмы, основанные на глубоком обучении, демонстрируют превосходную точность, однако требуют больших вычислительных ресурсов и предварительного обучения на обширных данных. Развитие методов распознавания образов движется в сторону увеличения эффективности и автоматизации, что позволяет применять их в реальном времени даже в сложных условиях.

## Литература

- [1] Uijlings J.R.R. Selective search for object recognition. *International Journal of Computer Vision*, 2013, vol. 104, no. 2, pp. 154–171.
- [2] Girshick R. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 580–587.
- [3] Girshick R. Fast R-CNN. *Arxiv:1504.08083v2*, 2015.
- [4] Ren S. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2016, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149.

## Development of image recognition methods based on neural networks

**Bibikov Andrey Pavlovich**

bibikovap@student.bmstu.ru

**Belov Yuri Sergeevich**

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The history of development of end-to-end algorithms and methods of creating images using neural networks is considered. Traditional approaches to image image detection are considered. The algorithm for selecting images in an image is considered in detail. The algorithm for detecting images based on region-based convolutional neural network modules is developed in detail. The improvement of R-CNN algorithms in the form of Fast R-CNN is considered in detail. A detailed consideration of the improvement of the Fast R-CNN algorithm in the form of Faster R-CNN. Conclusions are made on the further development of image image detection technologies.*

**Keywords:** *neural networks, image pattern recognition, R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN*

УДК 004.92

## Как модели ИИ, такие как MusicGen и Riffusion, создают музыку

Зангенех Сомаетх

Somaye.sunny@gmail.com

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*В постоянно развивающемся ландшафте музыкального творчества искусственный интеллект (ИИ) выступает в качестве мощного инструмента, способного генерировать оригинальные композиции, бросающие вызов границам традиционного музыкального творчества. Две особенно инновационные модели ИИ, MusicGen и Riffusion, находятся на переднем крае этой революции, демонстрируя невероятный потенциал музыкальной генерации на основе ИИ.*

**Ключевые слова:** музыкальная генерация, musicGen, riffusion, машинное обучение, глубокое обучение, архитектура трансформеров

Разработка моделей ИИ, таких как MusicGen и Riffusion, была обусловлена достижениями в области машинного обучения и глубоких нейронных сетей. Эти модели обучаются на обширных наборах данных музыкальных композиций, позволяя им выявлять и изучать лежащие в основе закономерности, структуры и стили, характерные для различных музыкальных жанров [1]. Применяя эти изученные принципы, модели ИИ могут затем генерировать новые музыкальные произведения, имитирующие эстетику и качества тренировочных данных, одновременно привнося уникальные и неожиданные элементы.

MusicGen, разработанный исследователями из OpenAI, является мощной моделью ИИ, способной генерировать широкий спектр музыкальных стилей, от классики и джаза до рока и электронной музыки [2]. Модель использует архитектуру на основе трансформеров, что позволяет ей улавливать долгосрочные зависимости и сложные музыкальные взаимосвязи в тренировочных данных. Вводя музыкальную подсказку или семя, MusicGen может затем производить связные и музыкально-убедительные композиции, которые органично сочетают знакомые элементы с инновационными и неожиданными поворотами [3].

Одна из ключевых сильных сторон MusicGen — это его способность адаптироваться к различным музыкальным контекстам и жанрам. Будь то меланхолическая фортепианная пьеса или энергичный электронный танцевальный трек, модель может отреагировать уникальным и захватывающим музыкальным выходом [4]. Эта универсальность открывает новые возможности для музыкального творчества, позволяя художникам и композиторам исследовать неизведанные территории и расширять границы собственной креативности.

В отличие от текстового ввода MusicGen, Riffusion, модель, разработанная Anthropic, использует визуальный подход к генерации музыки. Анализируя входные изображения, Riffusion может генерировать соответствующие музы-

кальные риффы и мелодии [5]. Этот инновационный подход позволяет пользователям переводить визуальные элементы, такие как цвет, текстура и форма, в аудиоопыт, стирая границы между визуальным и аудиоискусством.

Возможности Riffusion по преобразованию изображений в музыку имеют интригующие последствия для творческого сотрудничества и междисциплинарных исследований. Художники и музыканты теперь могут работать вместе, чтобы создавать мультимедийные произведения, где визуальные произведения вдохновляют на генерацию уникальных музыкальных композиций [6]. Этот синергетический подход способствует более глубокому пониманию взаимодействия между различными художественными средствами и поощряет экспериментирование и инновации.

Несмотря на впечатляющие достижения в области музыкальной генерации на основе ИИ, существуют проблемы и соображения, которые необходимо решить. Озабоченность по поводу подлинности и оригинальности музыки, созданной с помощью ИИ, а также потенциальное вытеснение человеческих музыкантов, являются обоснованными и требуют тщательного обсуждения [7]. Педагоги и политики должны работать, чтобы обеспечить ответственную и справедливую интеграцию этих технологий в музыкальную индустрию и систему образования.

Появление моделей ИИ, таких как MusicGen и Riffusion, ознаменовало новую эру музыкального творчества, которая сочетает в себе силу технологий с безграничной креативностью человеческого разума. Эти инновационные инструменты не только расширяют возможности музыкального самовыражения, но и побуждают нас переосмыслить саму природу музыкального творчества. Поскольку продолжают исследовать пересечение ИИ и искусства, будущее музыки обещает стать постоянно развивающейся тканью инноваций, сотрудничества и художественных исследований.

## Литература

- [1] Oore S., Simon I., Dieleman S., Eck D., Simonyan K. This time with feeling: learning expressive musical performance. *Neural Computing and Applications*, 2020, vol. 32 (4), pp. 955–967.
- [2] Payne C., Rao R., Dhariwal P., Nichol A., Radford A. Audacity: text-to-speech with transformers. *Arxiv:2109.05556*, 2021.
- [3] Huang C.A., Vaswani A., Uszkoreit J., Shazeer N., Simon I., Hawthorne C., Eck D. Music transformer: generating music with long-term structure. *Arxiv:1809.04281*, 2018.
- [4] Engel J., Resnick C., Roberts A., Dieleman S., Eck D., Simonyan K., Norouzi, M. Neural audio synthesis of musical notes with wavenet autoencoders. *Arxiv:1704.01279*, 2017.
- [5] *Riffusion: generate music from images*. URL: <https://www.anthropic.com/riffusion> (accessed 03.02.2025).
- [6] Bello J.P., Daudet L., Abdallah S., Duxbury C., Davies M., Sandler M.B. A Tutorial on onset detection in music signals. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 2025, vol. 13 (5), pp. 1035–1047.
- [7] Sturm B.L., Santos J.F., Ben-Tal O., Korshunova I. Music transcription modelling and composition using deep learning. *Arxiv:1604.08723*, 2016.

## How AI models like musicgen and riffusion craft music

Zangeneh Somaieh

Somaye.sunnyy@gmail.com

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*In the ever-evolving landscape of music creation, artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful tool, capable of generating original compositions that challenge the boundaries of traditional music-making. Two particularly innovative AI models, MusicGen and Riffusion, have been at the forefront of this revolution, showcasing the incredible potential of AI-powered music generation.*

**Keywords:** Music Generation, MusicGen, Riffusionm, Machine Learning, Deep Learning, Transformer Architecture, Image-to-Music

УДК 004.92

## Преподавание искусства и технологий через инструменты преобразования изображения в музыку

Зангенех Сомаетх

Somaye.sunnyy@gmail.com

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*В последние годы интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в образование открывает новые горизонты для преподавания и обучения в различных дисциплинах. Одним из особенно интересных направлений является использование инструментов преобразования изображения в музыку, которые соединяют визуальное искусство и музыкальную композицию. Этот инновационный подход не только улучшает творческое самовыражение студентов, но также содействует более глубокому пониманию как искусства, так и технологий.*

**Ключевые слова:** генерация музыки ИИ, музыка из изображений, ИИ в образовании, нейросети для творчества, создание музыки по фото, мультимодальный ИИ

Искусство и технологии всегда имели симбиотические отношения. От изобретения камеры до программного обеспечения для цифрового искусства технологические достижения постоянно влияли на художественную практику. Сегодня ИИ выводит эти отношения на новый уровень, позволяя студентам исследовать связи между визуальными и звуковыми искусствами. Инструменты преобразования изображения в музыку позволяют пользователям загружать изображения, которые ИИ затем анализирует для генерации соответствующих музыкальных композиций. Этот процесс заставляет студентов критически мыслить о том, как визуальные элементы могут переводиться в звук [1].

Одним из основных преимуществ инструментов преобразования изображения в музыку является их способность вовлекать студентов в творческое исследование. Когда студенты создают изображение и слушают музыку, сгенерированную на его основе, они испытывают уникальное слияние двух форм искусства. Это не только стимулирует их воображение, но и побуждает их задуматься о том, как различные элементы — такие как цвет, форма и текстура — могут влиять на музыкальное настроение и стиль [2].

Например, яркая, насыщенная картина может сгенерировать жизнерадостную, энергичную музыку, в то время как темное, мрачное изображение может создать более меланхолические звуки. Экспериментируя с различными изображениями, студенты могут развить тонкое понимание того, как визуальные компоненты соотносятся с аудио восприятиями [3]. Этот практический подход способствует чувству индивидуальности у учеников, позволяя им выражать свою креативность в различных форматах.

Помимо содействия креативности, инструменты преобразования изображения в музыку помогают студентам повышать свои технические навыки.

Осваивая эти платформы на базе ИИ, студенты становятся более опытными в использовании технологий для художественных целей [4]. Этот опыт может быть особенно полезен в современном цифровом мире, где технологическая грамотность имеет решающее значение для разных профессий.

Кроме того, студенты знакомятся с основными концепциями ИИ и машинного обучения. Понимая, как эти инструменты анализируют изображения и создают музыку, учащиеся могут развить базовые знания о технологиях, лежащих в основе современных творческих практик [5]. Это понимание может привести к большему интересу к таким областям, как информатика, звуковая инженерия и цифровое искусство.

Инструменты преобразования изображения в музыку также способствуют совместному обучению. В классе студенты могут работать в группах, чтобы создать проект, который сочетает в себе изображения и музыку. Это сотрудничество побуждает их делиться идеями, критиковать работы друг друга и учиться на различных точках зрения [6]. Такое командное взаимодействие не только улучшает их межличностные навыки, но и позволяет им оценить разнообразные способы, которыми отдельные люди интерпретируют и выражают искусство.

Хотя потенциал инструментов преобразования изображения в музыку велик, преподавателям также необходимо учитывать определенные проблемы. Доступ к технологиям и ресурсам может значительно варьироваться среди студентов, что может создать неравенство в учебном опыте [7]. Кроме того, преподаватели должны убедиться, что студенты понимают ограничения контента, созданного ИИ, и поощрять критическое мышление относительно оригинальности и подлинности их работ [8].

Образование с помощью ИИ через инструменты преобразования изображения в музыку представляет собой новаторский подход к преподаванию искусства и технологий. Объединяя визуальный и аудиальный опыт, студенты получают ценные знания о взаимосвязанности различных форм искусства, развивая при этом важные технические навыки. Поскольку преподаватели продолжают исследовать инновационные методы обучения, потенциал для креативности и сотрудничества в классе будет только расти, прокладывая путь для нового поколения художников и технологов [9]. Принятие этих инструментов сегодня может привести к более богатой и динамичной образовательной среде, где границы между искусством и технологиями стираются, открывая бесконечные возможности для самовыражения и открытия нового [10].

## Литература

- [1] Elgammal A., Liu B., Elhoseiny M., Mazzone M. Can: creative adversarial networks, generating “art” by learning about styles and deviating from style norms. *Arxiv:1706.07068*, 2017.
- [2] Haines D. The Impact of Technology on Creative Expression in Art. *Journal of Visual Art Practice*, 2020, vol. 19 (2), pp. 135–142.
- [3] Wang Y., Wang R. The Influence of Color and Shape on Music Perception. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2021, vol. 15 (2), pp. 244–252.

- [4] Resnick M. Learning to be: The Power of the AI in Creative Education. *International Journal of Art & Design Education*, 2017, vol. 36 (3), pp. 335–349.
- [5] Alharbi A., Alzahrani M. Understanding AI: An Educational Approach to Artificial Intelligence. *Computers & Education*, 2020, vol. 158, art. no. 103992.
- [6] Dede C. Immersive interfaces for engagement and learning: the role of collaboration. *Educational Technology Research and Development*, 2019, vol. 67 (3), pp. 613–628.
- [7] Warschauer M. Technology and equity: a perspective on the digital divide. *Journal of Education Policy*, 2016, vol. 31 (1), pp. 1–19.
- [8] Bakhshaei M. The Role of critical thinking in understanding AI-generated art. *Art Education*, 2021, vol. 74 (2), pp. 39–45.
- [9] Kafai Y.B., Burke Q. Connected Code: Why It's Important for Kids to Learn Programming. *International Society for Technology in Education*, 2015.
- [10] Resnick M., Rosenbaum E. Designing for tinkering. *Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators*. Routledge, 2013. <https://doi.org/10.4324/9780203108352>

## Teaching art and technology through image-to-music tools

Zangeneh Somaieh

Somaye.sunny@gmail.com

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*In recent years, the integration of artificial intelligence (AI) into education has opened new avenues for teaching and learning across various disciplines. One particularly fascinating development is the use of image-to-music tools that bridge the gap between visual art and audio composition. This innovative approach not only enhances students' creative expression but also fosters a deeper understanding of both art and technology.*

**Keywords:** *AI music generation, Image to music AI, AI in education, Music from photos, AI creative tools, Multimodal AI art*



***Секция 15. Инновационная  
деятельность и научно-  
методические вопросы  
внедрения результатов  
научно-исследовательских  
работ в учебный процесс***



УДК 744.44

## Применение стандартов при создании и оформлении конструкторских документов

Заверткин Евгений Александрович

zavertkinea@student.bmstu.ru

Сулина Ольга Владимировна

sulinaolga@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Проведен анализ стандартов ЕСКД, ANSI, ISO, DIN по созданию, оформлению и обращению с конструкторскими документами. Обоснована необходимость применения стандартов для оформления учебных и производственных конструкторских документов. Определены общие признаки содержательной части стандартов. Приведены изображения детали с обозначениями отверстий согласно стандартам ANSI и ЕСКД. Даны рекомендации преподавателям инженерно-графических дисциплин, связанных с проектированием и оформлением конструкторских документов.*

**Ключевые слова:** стандарт, конструкторская документация, САПР, размеры, чертеж

Применение стандартов ЕСКД для создания учебных конструкторских документов (КД) по инженерно-графическим дисциплинам, курсовым и дипломным проектам и работам является обязательным. В курсе дисциплины «Инженерная графика» студенты приобретают знания требований к КД, умение находить необходимую информацию в действующих стандартах и применять ее, в том числе при создании КД в САПР системах.

Стандарты ЕСКД позволяют применять единые правила для создания, оформления и обращения КД [1]. С марта 2024 г. согласно данным [2] в действие введены 200 стандартов ЕСКД ГОСТ Р, действующих только на территории РФ. Создание новых стандартов обусловлено, прежде всего, внедрением САПР систем на всех этапах ЖЦИ (жизненного цикла изделий) в машино- и приборостроительном производстве.

В настоящее время разработку стандартов ЕСКД в РФ осуществляет ФГБУ «Российский институт стандартизации» совместно с Техническим комитетом 482 «Поддержка жизненного цикла продукции». В комитет входят научно-исследовательские институты, государственные корпорации, научно-исследовательские центры и др. [3].

Появление необходимости унификации и стандартизации, правил оформления и создания технической документации (конструкторской и технологической) связано с ростом тяжелой промышленности, появлением крупных промышленных предприятий и научно-технических изобретений в начале 20 века. С 1918 г. в США начинает работу «Американский национальный институт стандартов» (ANSI), в то же время появляются «Японский комитет промышленных стандартов» (JISC), «Немецкий институт по стандартизации» (DIN), «Британский институт стандартов» (BSI) и др.

В СССР в 1928 г. были разработаны общесоюзные стандарты: ОСТ (350–358) и (2650–2654) «Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборона». В 1928 г. вышел сборник «Чертежи в машиностроении», состоящий из 24 стандартов [4]. Стандарты носили изначально рекомендательный характер, затем стали обязательными для учебных заведений. Ежегодно стандарты изменялись и пересматривались. С 1940 г. произошло переименование ОСТ в ГОСТ (государственный стандарт). В 1950 г. вышел комплекс стандартов «Система чертежного хозяйства». Он состоял из 17 стандартов [5]. Этот комплекс устанавливал правила оформления чертежей и некоторых КД, терминологию, а также правила учета и хранения КД. В 1965–1967 гг. была проведена разработка комплекса стандартов ЕСКД. С 1 января 1971 г. стандарты были введены в действие. Комплекс состоял из 92 стандартов ЕСКД. В 1985 г. в ЕСКД содержалось уже 180 стандартов. Разработкой стандартов занимались ВНИИМАШ и ГОССТАНДАРТ [6].

В 1946 г. была создана «Международная организация по стандартизации» (ISO). В нее входят двадцать пять национальных организаций по стандартизации [7]. Целью данной организации является разработка единых международных стандартов для мировой торговли и сотрудничества в научно-технической сфере деятельности.

Анализ содержательной части стандартов ЕСКД, ANSI, ISO, DIN по созданию, оформлению и обращению с КД позволил определить следующие общие признаки:

- наличие стандартных размеров форматов чертежей, чертежного шрифта с определенными размерами и соотношениями начертаний, масштабов, типов линий с размерами;
- наличие условных обозначений в КД;
- стандарты, как правило, носят рекомендательный характер;
- наличие множества обновлений, связанных с применением электронного документооборота КД и САПР систем для создания КД.

Рассмотрим пример применения правил простановки размеров отверстий на чертеже согласно ANSI ASME. Y 14.5–2018 [8] (рис. 1).

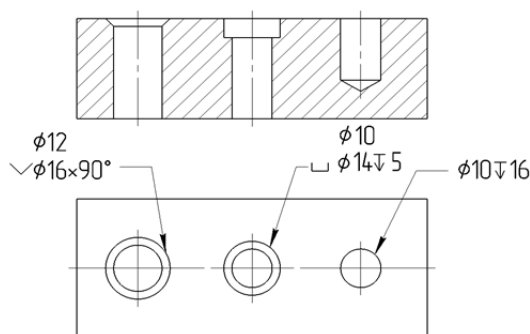


Рис. 1. Простановка размеров отверстий на чертеже согласно ANSI ASME. Y 14.5–2018

На рис. 2 выполнены изображения детали с простановкой размеров отверстий согласно ГОСТ 2.307–2011 [9].

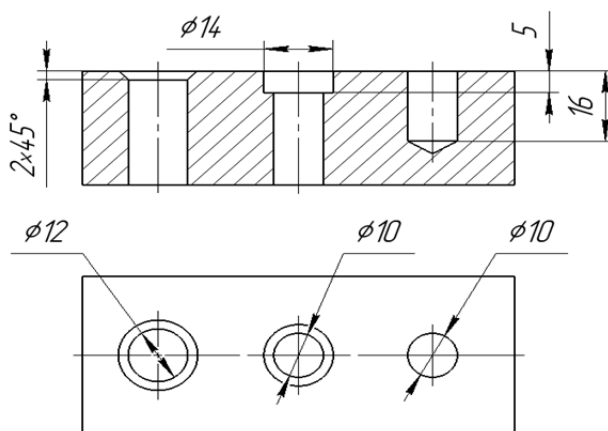


Рис. 2. Простановка размеров отверстий на чертеже согласно ГОСТ 2.307–2011

Согласно рис. 1, изображение разреза может быть избыточным. Условные обозначения, применяемые на чертежах по стандарту ANSI, позволяют уменьшать количество изображений на чертежах. В то же время чертеж, оформленный по стандартам ЕСКД, обладает большей наглядностью и однозначностью восприятия и чтения размеров на чертеже.

Работа с международными, национальными, отраслевыми стандартами, стандартами предприятий является неотъемлемой частью работы инженера-конструктора.

Преподаватели инженерно-графических и специальных дисциплин, связанных с проектированием и оформлением КД, по мнению автора, должны периодически изучать изменения в стандартах ЕСКД на официальном сайте организации «Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии», а также акцентировать внимание обучающихся на необходимости оформления КД по ЕСКД.

## Литература

- [1] ГОСТ 2.001–2013. *Единая система конструкторской документации. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2018, 9 с.
- [2] *Техэксперт*. URL: <https://gkkodeks.cntd.ru/news/read/novye-standarty-konstruktorskoj-dokumentacii-vstupyat-v-silu-s-1-marta/novosti-tehnicheskogo-regulirovaniya> (дата обращения 17.03.2025).
- [3] *Технический комитет 482*. URL: <https://tk482.ru/o-tehnicheskom-komitete-482> (дата обращения 17.03.2025).
- [4] Волкова Е.М. *История стандартизации, метрологии и управления качеством*. Нижний Новгород, ННГАСУ, 2020, 86 с

- [5] Система чертежного хозяйства. URL: <https://djvu.online/file/sv9NrsALNGNI8?ysclid=m8hqwaates437490243> (дата обращения 19.03.2025).
- [6] О Росстандарте. Историческая справка. URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/about/historicalreferenc> (дата обращения 19.03.2025).
- [7] Международная организация по стандартизации. URL: <https://www.iso.org/ru/about/members> (дата обращения 19.03.2025).
- [8] ASME Y 14.5, *Dimensioning and Tolerancing*. URL: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/y14-5-dimensioning-tolerancing> (дата обращения 20.03.2025).
- [9] ГОСТ 2.307–2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. Москва, Стандартинформ, 2012, 43 с.

## Application of standards in the creation and design of design documents

Zavyortkin Evgenij Aleksandrovich

zavertkinea@student.bmstu.ru

Sulina Olga Vladimirovna

sulinaolga@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The paper analyzes the standards of the Unified System of Design Documentation, ANSI, ISO, DIN for the creation, design and handling of design documents. The necessity of applying standards for registration of educational and production design documents is substantiated. The general features of the content of the standards are defined. The images of the part with the hole designations according to the ANSI standards and the Unified System of Design Documentation are given. Recommendations are given to teachers of engineering and graphic disciplines related to the design and execution of design documents.*

**Keywords:** *standard, design documentation, CAD, dimensions, drawing*

УДК 744.035

## Чтение чертежа детали

Сахаров Владимир Валентинович

Vlad.saharov2011@yandex.ru

Савичкин Артем Олегович

savichkin@list.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрен процесс чтения и анализа чертежей технических деталей, представлены основные методы изучения геометрических форм и элементов конструкции. Представлены изображения на чертежах простейших геометрических тел. Дан общий алгоритм чтения чертежа, начиная от изучения основной надписи, разбор изображений элементов детали, их форм и размеров. Методические подходы к визуальному восприятию геометрических поверхностей детали. Показаны варианты пересечения различных геометрических поверхностей на чертеже и линий, возникающих при их пересечениях.*

**Ключевые слова:** геометрические тела, поверхности вращения, многогранники, чертеж детали, линии пересечения

Чертеж детали — это документ, который содержит изображения детали (виды, разрезы, сечения) и другие необходимые данные для ее изготовления и контроля [1]. При выполнении задания инженерной графики студенты должны уметь читать чертежи (т. е. понимать, что изображено на формате), понимать, что представляет собой деталь, из каких тел и поверхностей состоят элементы детали. На первом этапе следует изучить основную надпись (из какого материала сделана деталь), внимательно изучить размеры детали, качество обработки поверхности. Далее следует мысленно разбить деталь на простые геометрические формы. Найти на чертеже размеры, относящиеся к этим элементам. Внимательно посмотреть на условные обозначения качества обработки и отклонения геометрических форм элементов детали. Продумать и уяснить последовательность технологических операций, необходимых для изготовления детали.

Подробнее остановимся на чтении формы детали по чертежу. Большую часть элементов детали можно разбить на простейшие геометрические поверхности [2]. Элементы детали могут состоять из многогранников или поверхностей вращения.

Рассмотрим простейшие тела. Многогранники (замкнутые пространственные фигуры, ограниченные плоскими многоугольниками).

Призма — это геометрическое тело, у которого две одинаковые параллельные грани (основания) являются многоугольниками, а остальные грани — параллелограммы [3].

Параллелепипед — это призма в основании которой лежат параллелограммы, прямоугольники, квадраты, ромбы.

Пирамида — это многогранник, у которого одна грань представляет собой многоугольник (с любым количеством сторон, начиная от трех), а все остальные грани — треугольник, сходящиеся в одной общей вершине.

Тела вращения:

– цилиндр — это тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя секущими плоскостями;

– конус — это тело, ограниченное канонической поверхностью, сходящейся в вершине, и плоским сечением, которое пересекает все прямолинейные образующие этой поверхности;

– шар (сфера) — тело, полученное вращением полуокружности вокруг ее диаметра [4];

– тор (кольцо) — это поверхность вращения, создаваемая окружностью, которая движется по круговой траектории вокруг оси, лежащей в ее плоскости.

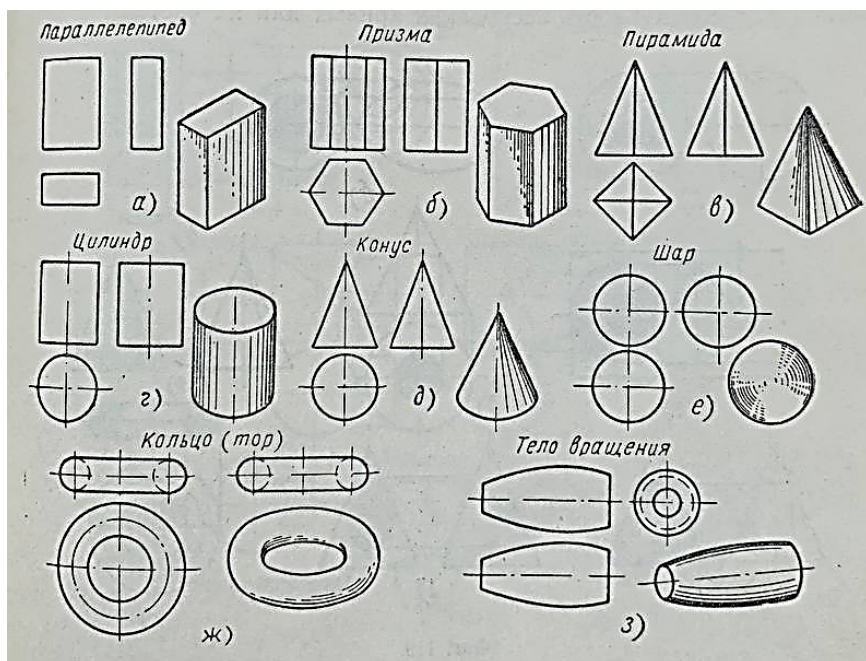


Рис. 1. Геометрические тела

При чтении чертежа неотъемлемой частью является умение анализировать сочетания геометрических тел и линий, появляющихся при их пересечениях. На рис. 2 показаны элементарные геометрические пресечения поверхностей. Видно пересечение трех соосных поверхностей вращения (конус, шар, цилиндр). Линиями пересечения этих поверхностей являются окружности, которые проецируются на главном виде в отрезке прямых, а на виде слева — в окружности.



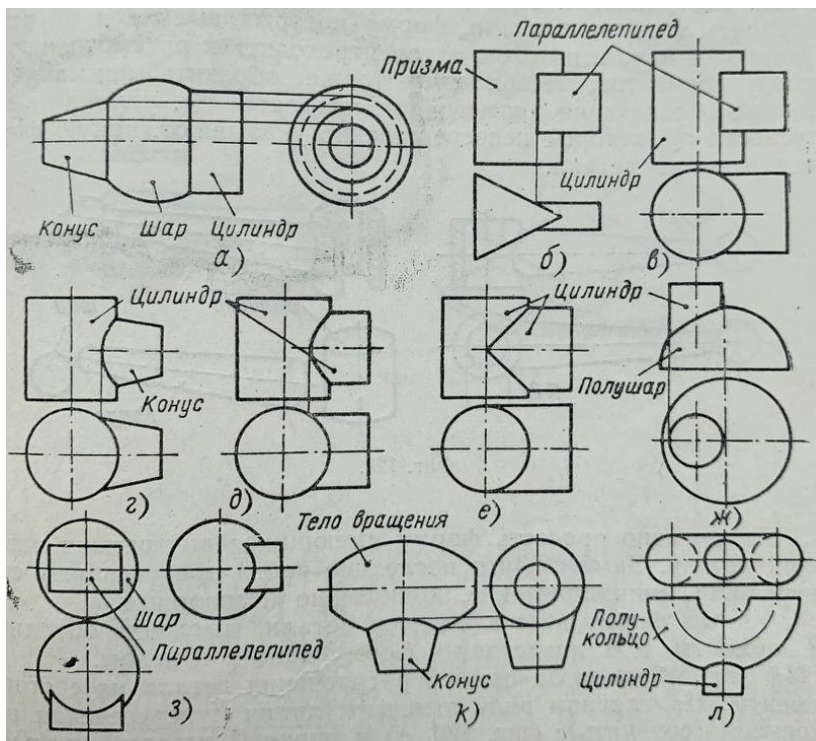


Рис. 2. Пересечения геометрических тел

На рис. 2, б–д видно пересечение многогранников и тел вращения. На рис. 2, б и в главный вид практически не отличается, а по виду сверху видно, что в первом случае — треугольная призма, а во втором — цилиндр вращения. На рис. 2, г, д форму тел легче определить по главному виду, так как линии пересечения двух поверхностей вращения вырождается в дугу. Кроме этого, конус и цилиндр на главном виде имеют разные очертания. Если диаметры пересекающихся цилиндров равны (частный случай), то линия пересечения вырождается в отрезки (рис. 2, е). На рис. 2, ж сфера пересекается с цилиндром, оси которых не совпадают, в результате чего линия пересечения будет являться кривая линия. На рис. 2, з сфера пересекается с параллелепипедом, грани которого параллельны основным плоскостям проекций, поэтому линии пересечения данных поверхностей будет являться дуги окружностей. В общем случае линии пересечения двух поверхностей вращения будут кривые линии (рис. 2, к, л) [2].

Из приведенных выше примеров легко понять какие линии получаются при пересечении простейших геометрических тел. Как правило, форма детали состоит из комбинации элементарных геометрических тел или их частей. При чтении чертежа рекомендуется разбить деталь на элементы (простейшие геометрические тела и поверхности). Это относится и к внутренним поверхно-

стям детали (полости, отверстия и так далее). Для понятия форм или сечений элементов детали, на чертежах ставят знаки диаметра, квадрата, конусности. Мысленно объединив все элементы детали, можно представить ее форму в целом. Приведем не сложный пример. На рис. 3 видно деталь и ее разбивку на элементарные геометрические тела.

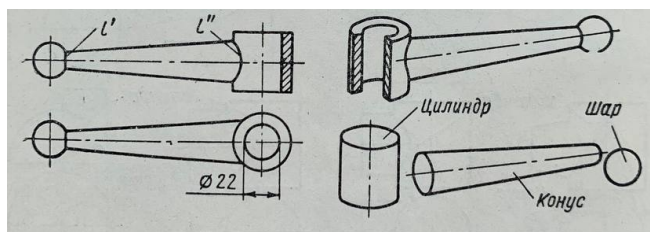


Рис. 3. Разбивка на элементарные геометрические тела

Как на чертеже ставят, кроме габаритных размеров, размеры элементов детали и их взаимного расположения — это тоже облегчает определить положение элемента относительно других элементов детали.

### Литература

- [1] Суворов С.Г., Суворова Н.С. *Машиностроительное черчение в вопросах и ответах: справочник*. Москва, Машиностроение, 1992, 368 с.
- [2] Михнев М.М. *Чтение машиностроительных чертежей*. Москва, Оборонгиз, 1962, 176 с.
- [3] Макаров С.М. *Краткий словарь-справочник по черчению*. Ленинград, Машиностроение, 1970, 160 с.
- [4] Бубеников А.В., Громов М.Я. *Начертательная геометрия*. Москва, Высшая школа, 1973, 416 с.

### Reading a part drawing

Sakharov Vladimir Valentinovich

Savichkin Artem Olegovich

Vlad.saharov2011@yandex.ru

savichkin@list.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The process of reading and analyzing drawings of technical details is considered, the main methods of studying geometric shapes and structural elements are presented. The images on the drawings of the simplest geometric bodies are presented. A general algorithm for reading a drawing is given, starting from studying the main inscription, analyzing images of the elements of the part, their shapes and sizes. Methodological approaches to the visual perception of geometric surfaces of a part. The options for the intersection of various geometric surfaces in the drawing and the lines that occur when they intersect are shown.*

**Keywords:** *geometric bodies, surfaces of rotation, polyhedra, drawing parts, lines of intersection*

УДК 514.1

## Шероховатость поверхности

Сломинская Елена Николаевна

slominskaya\_elena@bmstu.ru

Борисова Анастасия Владимировна

borisovaav@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены основные параметры шероховатости поверхности и их влияние на эксплуатационные характеристики деталей. Представлены 8 методов обработки прецизионных деталей с указанием достигаемых значений шероховатости для каждого метода. Показаны современные способы контроля шероховатости и правила обозначения параметров на чертежах согласно ГОСТ 2.309–73 и ГОСТ 2789–73. Сделаны выводы, что точное измерение и контроль шероховатости критически важны для эксплуатационных свойств деталей. Полученные данные можно применять для оптимизации технологических процессов в машиностроении, приборостроении и других отраслях, требующих высокой точности обработки поверхностей.*

**Ключевые слова:** шероховатость поверхности, прецизионная обработка, параметры микрорельефа, контроль качества поверхности, абразивные технологии, ГОСТ, стандартизация, методы финишной обработки

Шероховатость поверхности представляет собой микроскопические отклонения от идеальной геометрической формы. Размер этих мелких неровностей варьируется от 0,01 до 100 микрометров, для сравнения, толщина человеческого волоса составляет около 100 мкм. Эти неровности характеризуются не только высотой, но и шагом — расстоянием между соседними выступами или впадинами. Измерения проводятся относительно средней линии  $m$  — условной линии, которая делит профиль таким образом, что площади выступов и впадин относительно этой линии приблизительно одинаковы. Для измерений используется базовая длина  $l$ , которую выбирают из стандартного ряда значений: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 и 25 мкм. Этот параметр отвечает за участок поверхности, на котором проводится анализ поверхности.

Для количественной оценки шероховатости в промышленности используется шесть основных параметров:

$R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля, определяющее среднюю высоту неровностей по всей измеряемой длине;

$R_z$  — высота неровностей профиля по десяти точкам, рассчитываемая как сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов и пяти наибольших впадин на базовой длине;

$R_{\max}$  — наибольшая высота неровностей профиля, измеряющая наибольшее расстояние между самой высокой и самой низкой точками профиля;

$S_m$  — средний шаг неровностей профиля, характеризующий среднее расстояние между соседними вершинами микронеровностей;

$S$  — средний шаг местных выступов профиля, аналогичен  $S_m$ , но измеряет только значительные выступы;

$t_p$  — относительная опорная длина профиля, где  $p$  — значения уровня сечения профиля. Она показывает, какая часть базовой длины профиля фактически участвует в контакте при заданном  $p$  [1].

Все эти характеристики регламентируются ГОСТ 2789–73, который соответствует международным стандартам ISO в области оценки шероховатости поверхностей.

Хотя размеры неровностей могут казаться незначительными, они влияют на множество факторов эксплуатации деталей и узлов:

- трение и износ — шероховатость напрямую определяет коэффициент трения и интенсивность изнашивания сопрягаемых изделий;

- коррозия — микронеровности задерживают агрессивные среды, что ускоряет коррозионные процессы;

- герметичность соединений — качество уплотнения напрямую зависит от характеристик поверхностей;

- электропроводность — шероховатость влияет на площадь контакта и, следовательно, на переходное сопротивление;

- теплопередача — микрорельеф поверхности изменяет эффективность теплообмена;

- прочностные характеристики — неровности создают концентраторы напряжений, снижающие усталостную прочность деталей.

Особенно сильное влияние шероховатость оказывает на трение и износ, поскольку иногда изготовление новой детали оказывается дороже, чем изготовление целой машины. Именно поэтому при изготовлении важны качественная обработка и измерение параметров шероховатости [2].

Прецизионные детали — это изделия, изготовленные с высокой точностью, они используются там, где требуется надежная и точная работа механизмов и систем. Существует 8 способов достижения высокой степени чистоты поверхностей прецизионных деталей, которые используются как единожды, так и в совокупности. Рассмотрим эти способы.

**Тонкое шлифование.** Этот метод использует абразивные круги с мелкозернистыми абразивами (размер зерна 40–10 мкм), которые хаотично расположены в круге. Обработка происходит при высоких скоростях (более 40 м/с) и минимальной глубине резания. Обязательное условие при таком методе — интенсивное охлаждение, оно предотвращает тепловые деформации. Особенностью тонкого шлифования является прием «выхаживания» — после основного процесса обработки, подача на глубину резания прекращается, а продольная подача сохраняется, что позволяет за счет упругих деформаций добиться наиболее равномерной поверхности. Достигаемая шероховатость:  $R_a = 0,1–0,6$  мкм в зависимости от обрабатываемого материала.

**Полирование.** Является заключительной операцией и использует абразивные пасты на основе алюминия, хрома или алмазных порошков, смешанных со смазкой, которые наносятся на круги, вращающиеся со скоростью

до 40–50 м/с, или колеблющиеся щетки. В процессе сочетаются механическое удаление микронеровностей, деформирование поверхностного слоя и химическое взаимодействие с компонентами пасты. Этот метод позволяет не только добиться  $R_a = 0,1–0,5$ , но и придать поверхности зеркальный блеск.

**Притирка поверхностей.** Точный метод обработки с использованием специальных притиров определенной формы — инструментов из более мягкого материала, чем обрабатываемая деталь (чугун, медь, бронза). На рабочую поверхность наносят абразивную пасту с размерами частиц 1–10 мкм и со связующей жидкостью. Сложное движение детали и прибора обеспечивают равномерное удаление микронеровностей. Процесс проходит в три этапа: сначала срезаются вершины неровностей, затем выравнивается общий профиль, и в завершение удаляются окисные пленки. Достижимая шероховатость:  $R_a = 0,05–0,2$  мкм.

**Хонингование.** Специализированный метод обработки отверстий, использующий абразивные бруски зернистостью D7–D15, закрепленные в специальной оправке. Инструмент совершает одновременно вращательное и возвратно-поступательное движение вдоль оси обрабатываемого отверстия, что создает сетку микроцарапин с пересекающимся направлением. Такая схема делает работу плавнее и уменьшает вибрации. Особенности такого метода — возможность точного регулирования шероховатости в пределах  $R_a = 0,05–0,25$  мкм.

**Суперфиниширование.** Завершающая операция после всех основных методов обработки. Используются абразивные бруски, совершающие высокочастотные колебания (до 1 000 циклов в минуту) при давлении  $(0,5–3,0) \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>. Процесс сопровождается подачей маловязкой смазочно-охлаждающей жидкости. Особенность этого метода — автоматическое прекращение обработки при достижении необходимого состояния поверхности за счет жидкостного трения. Позволяет добиться шероховатости  $R_a = 0,01–0,05$  мкм.

**Высокочастотная электроискровая обработка.** Представляет собой технологический процесс, при котором используются кратковременные электрические импульсы с частотой 100–150 кГц, генерируемые при разрядке конденсатора. Данный метод особенно эффективен при обработке деталей из твердых сплавов, так как исключает образование микротрещин и не вызывает структурных изменений материала. Позволяет добиться шероховатости поверхности  $R_a = 0,4–1,6$  мкм.

**Электрохимическое полирование.** Осуществляется путем погружения заготовки в специальный раствор кислоты или щелочи в зависимости от материала, где деталь подключается к аноду, а катодом служит металлическая пластинка, нагреваемая до 40–80 °С. При подаче электрического тока происходит контролируемое растворение поверхностного слоя, что сглаживает неровности и способствует появлению металлического блеска. Преимуществом метода является одновременная обработка всей поверхности, при этом достигаемая шероховатость  $R_a = 0,05–0,3$  мкм, которая зависит от силы тока и температуры электролита.

**Ультразвуковая обработка.** Применяется преимущественно для хрупких и твердых материалов. В основе метода лежит явление магнитострикции — возможности металлов изменять свои размеры под действием переменного магнитного поля. Технология предполагает использование ультразвуковых колебаний частотой 16–30 кГц с амплитудой 5–10 мкм и может быть увеличена до 40–60 мкм. Обрабатываемая деталь помещается в ванну с суспензией, содержащей воду и абразивный материал. Колебательные движения вызывают ускорение абразивных частиц, которые, ударяясь о поверхность, постепенно удаляют материал. Конечная шероховатость поверхности  $R_a = 0,1\text{--}0,5$  мкм в зависимости от зернистости используемого абразива [3].

После завершения обработки обязательным этапом является контроль шероховатости поверхности. Наиболее точными методами измерения являются растровый метод и методы светового сканирования, позволяющие создать цифровую модель поверхности для последующего анализа. Современные компьютерные технологии дают возможность визуализировать данные сканирования в виде трехмерной модели, что значительно повышает точность измерений и наглядность оценки шероховатости поверхностей [2].

Шероховатость необходимо указывать на технических чертежах согласно регламенту ГОСТ 2.309–73 [4]. Основные варианты обозначений представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные варианты обозначений шероховатости

Существует три основных способа графического обозначения:

- без указания метода обработки (рис. 2, а);
- с обязательным удалением слоя материала (рис. 2, б);
- без удаления материала (рис. 2, в), при нанесении обозначения должен быть указан параметр шероховатости.

Параметры шероховатости на чертеже указываются в соответствии с ГОСТ 2789–73 [5]. При необходимости обозначения предельных значений используются следующие форматы:

- для максимального значения указывается только параметр;
- для минимального — добавляется пометка min;

– для диапазона значений указываются две строки (верхняя — максимальное значение, нижняя — минимальное).

При указании нескольких параметров их перечисляют в строгой последовательности:

- параметр высоты неровностей;
- параметр шага неровностей;
- относительная опорная длина профиля.

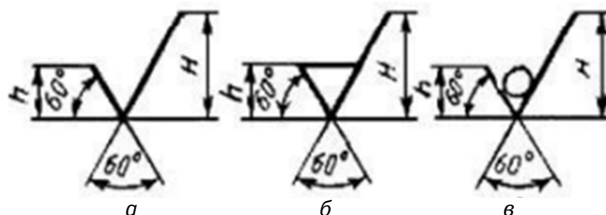


Рис. 2. Основные способы графического обозначения шероховатости:

*a* — без указания метода обработки; *б* — с обязательным удалением слоя материала;  
*в* — без удаления материала

Способ обработки указывается только в тех случаях, когда достижение требуемых параметров возможно исключительно данным методом. Для нестандартных измерений используются дополнительные указательные стрелки. Размещение обозначений допускается на контурных линиях, выносных линиях или полках-выносах. Единое обозначение для всей детали может быть вынесено в правый верхний угол чертежа.

Примеры оформления чертежа с обозначением шероховатости приведены на рис. 3.

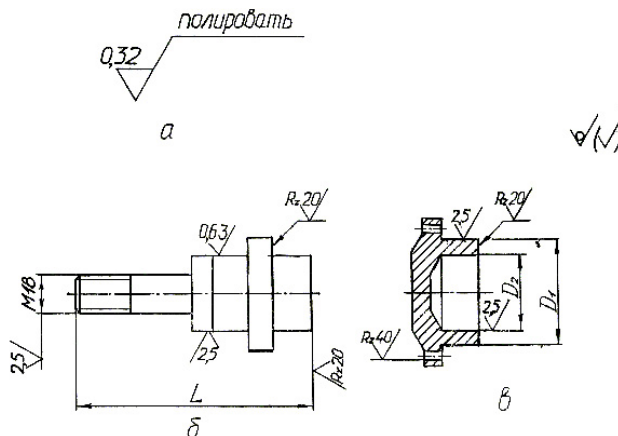


Рис. 3. Примеры оформления чертежа с обозначением шероховатости

Проведенное исследование подтвердило важность контроля шероховатости поверхностей для обеспечения эксплуатационных характеристик деталей. На основе анализа параметров оценки, методов обработки, современных способов измерения установлено, что соблюдение стандартов ГОСТ и корректное оформление технических чертежей позволяет существенно повысить качество и долговечность как отдельных изделий, так и механизмов в целом. Перспективными направлениями в данной области являются разработка новых методов обработки и внедрение цифровых технологий контроля.

## Литература

- [1] Рогов В.А., Позняк Г.Г. *Технология машиностроения*. Москва, Юрайт, 2025, с. 135–138.
- [2] Скрипченко Ю.С. Шероховатость обработанной поверхности. *Вестник Воронежского государственного технического университета*, 2011, № 12, с. 99–100.
- [3] Дальский А.М., Арутюнова И.А., Барсукова Т.М. *Технология конструкционных материалов*. Москва, Машиностроение, 1977, с. 563–609.
- [4] ГОСТ 2.309–73. *Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения шероховатости поверхностей*. Москва, Стандартинформ, 2002, 12 с.
- [5] ГОСТ 2789–73. *Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики*. Москва, Стандартинформ, 2002, 25 с.

## Surface roughness

Slominskaya Elena Nikolaevna

slominskaya\_elena@bmstu.ru

Borisova Anastasia Vladimirovna

borisovaav@student.bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The main parameters of surface roughness and their influence on the performance characteristics of parts are considered. 8 methods of processing precision parts are presented, indicating the achieved roughness values for each method. Modern methods of roughness control and rules for marking parameters in drawings according to GOST 2.309–73 and GOST 2789–73 are shown. It is concluded that accurate measurement and control of roughness are critically important for the operational properties of parts. The data obtained can be used to optimize technological processes in mechanical engineering, instrument engineering and other industries that require high precision surface treatment.*

**Keywords:** surface roughness, precision machining, microrelief parameters, surface quality control, abrasive technologies, GOST standardization, finishing methods



УДК 004.94

## О преимуществах BIM проектирования при разработке инженерных систем

Парамонов Сергей Сергеевич

paramonovss@bmstu.ru

Заверткин Евгений Александрович

zaveal@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены ключевые преимущества BIM-моделирования при проектировании инженерных систем. Описаны возможности повышения точности, выявления коллизий, улучшения координации участников проекта и оптимизации затрат. Подчеркнута роль BIM в сокращении сроков строительства, повышении энергоэффективности и безопасности. Отмечена автоматизация отчетности и соответствие нормативным требованиям. Внедрение BIM позволяет минимизировать риски, улучшить качество проектных решений и повысить эффективность эксплуатации зданий.*

**Ключевые слова:** информационная модель, инженерные системы, проектирование, BIM-моделирование, САПР

Современное проектирование инженерных систем подразумевает высокие требования к качеству разрабатываемого продукта, что делает необходимым применение передовых цифровых технологий. Одним из новейших и ключевых инструментов в сфере проектирования стало BIM-моделирование (Building Information Modelling). Применение данной системы полностью меняет процесс проектирования и оказывает серьезное влияние на процесс монтажа и последующей эксплуатации систем. Далее будут рассмотрены основные качества и преимущества BIM-моделирования при проектировании инженерных систем.

Реализация BIM-моделирования позволяет более детально прорабатывать все элементы, что снижает количество несоответствий и ошибок на начальном этапе работы над зданием. Программные пакеты BIM позволяют одновременно работать как на двухмерной плоскости, так и в трехмерном пространстве, что позволяет более наглядно представлять результат работы, в то время как традиционные САПР ориентированы на разработку только 2D-чертежей [1].

На рис. 1, 2 показана одна и та же система трубопроводов, изображенная в двухмерном и трехмерном виде.

Поскольку BIM модели являются пространственными и разрабатываются в одной системе координат, становится возможным реализовать системы автоматического выявления коллизий между различными сетями. Данное решение значительно упрощает процесс монтажа, исключая доработки на стройплощадке.

В ходе моделирования здания становится доступной работа с единой цифровой моделью. Такой режим взаимодействия упрощает обмен данными

между специалистами и исключает ошибки связанные с дублированием информации [2]. Кроме того, открытая и доступная площадка сокращает сроки согласования решений и обеспечивает всех участников актуальной версией модели.

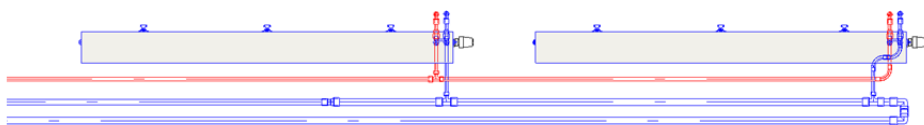


Рис. 1. Система трубопроводов в двухмерном отображении

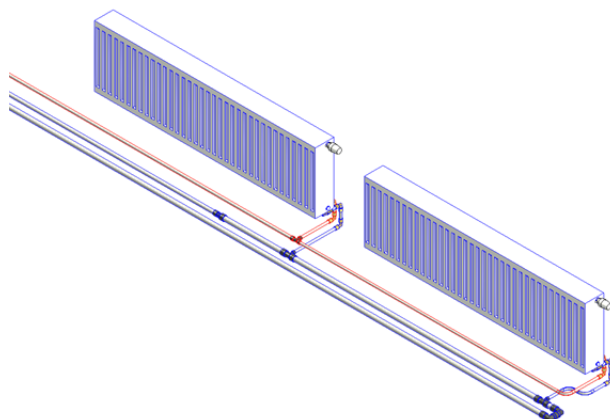


Рис. 2. Система трубопроводов в трехмерном отображении

Детальный анализ информационной модели обеспечивает точный расчет количества необходимых материалов, что уменьшает вероятность перерасхода и значительно снижает затраты на строительство и монтаж инженерных систем.

BIM-технологии позволяют сократить сроки выполнения работ за счет более точного планирования и своевременного выявления потенциальных проблем [2]. Например, моделирование строительного процесса (4D BIM) позволяет определить оптимальную последовательность выполнения работ, а расчет стоимости (5D BIM) — прогнозировать бюджет и контролировать расходы.

BIM-моделирование предоставляет возможность проводить анализ энергоэффективности инженерных систем еще на этапе проектирования. Это особенно актуально для современных зданий, где важно рациональное использование ресурсов. Например, можно заранее рассчитать оптимальное расположение вентиляционных каналов и трубопроводов, чтобы минимизировать теплотери [3].

Высокая степень детализации BIM-моделей способствует улучшению качества проектных решений и повышению безопасности на строительной площадке. Моделирование работы инженерных систем помогает заранее выявить потенциальные риски, связанные с их монтажом и дальнейшей эксплуатацией.

Кроме того, BIM-модели могут применяться для инструктажей и обучения персонала, что снижает вероятность аварийных ситуаций и повышает уровень безопасности на объекте.

Использование BIM-технологий помогает проектировщикам и инженерам соответствовать актуальным строительным нормам и требованиям. Встроенные инструменты позволяют проверять соответствие проектных решений нормативной документации, что упрощает процесс согласования и получения разрешений.

Дополнительно BIM-системы способны автоматически формировать отчеты, спецификации и другие документы, что значительно облегчает подготовку проектной документации и снижает вероятность ошибок.

Цифровая модель здания, содержащая полную информацию о системах и их характеристиках, значительно упрощает эксплуатацию и обслуживание объектов. Например, при ремонте или модернизации инженерных сетей можно быстро получить доступ к данным о расположении и параметрах оборудования.

BIM-технологии открывают новые возможности для проектирования и эксплуатации инженерных систем. Повышенная точность, улучшенная координация, снижение затрат и сроков строительства, рост энергоэффективности и безопасности делают BIM-моделирование ключевым инструментом в современной строительной отрасли. Его внедрение способствует повышению качества проектных решений и минимизации рисков, делая процесс создания и эксплуатации зданий более эффективным и экономичным.

## Литература

- [1] Жахина У.А., Елифанцева Л.Р. Особенности BIM. Опыт применения BIM в России. *Новые технологии — нефтегазовому региону. Междунар. науч.-практ. конф.: матер.* Тюмень, ТИУ, 2018, т. 4, с. 175–177.
- [2] Гудко А.А. О BIM-форуме, понятийном инструменте и векторах развития BIM. *Сантехника. Отопление. Кондиционирование*, 2021, № 11(239), с. 20–23.
- [3] Varlik A., Dursun I. Generation and comparison of bim models with cad to bim and scan to bim techniques. *Social science research network*, 2022. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4120050>

## On the advantages of BIM design in the development of engineering systems

Paramonov Sergey Sergeevich

paramonovss@bmstu.ru

Zavertkin Evgenij Aleksandrovich

zaveal@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article examines the key advantages of BIM modeling in the design of engineering systems. It highlights the benefits of increased accuracy, clash detection, improved coordination among project participants, and cost optimization. The role of BIM in reducing construction time, enhancing energy efficiency, and ensuring safety is emphasized. The automation of reporting and compliance with regulatory requirements are also noted. Implementing BIM minimizes risks, improves the quality of design solutions, and enhances the efficiency of building operations.*

**Keywords:** *information model, engineering systems, development, BIM modelling, CAD*

УДК 744

## Эллипс — разновидность лекальных кривых

Зуев Алексей Михайлович

zuevam@bmstu.ru

Зенкин Вячеслав Николаевич

zenkinvn@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*При изучении курсов «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия» сталкиваются с таким понятием как кривая линия. Кривые линии нашли широкое применение в технике, кривыми линиями можно задавать очертания деталей, поверхности, траектории движения объектов. Если все точки линии лежат в одной плоскости — это плоская кривая. К плоским кривым можно отнести лекальные кривые. К лекальным кривым относят окружность, параболу, гиперболу, синусоиду и многие другие линии. Эллипс также относится к лекальным кривым.*

**Ключевые слова:** точка, ось, фокус, отрезок, окружность, эллипс

На плоскости можно взять пару точек и обозначить их  $F_1$  и  $F_2$ . Принимаем расстояние между ними равное  $2c$ , а данные точки как фокусы эллипса (рис. 1). Произвольную точку  $E$  в плоскости принимаем как точку на эллипсе. В этом случае получили, что

$$EF_1 + EF_2 = 2a.$$

Принимаем  $2a$  за большую ось эллипса, а  $2b$  за малую ось.

Уравнение эллипса имеет следующий вид:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

где  $b^2 = a^2 - c^2$ .

Такое простейшее уравнение эллипса называют каноническим. Вводим оси координат, которые превратились в оси эллипса. Точки пересечения эллипса с осями превратились в вершины эллипса.

Соединяем противоположные вершины диаметрами и называем их сопряженными [1].

Определив величины  $a$  и  $b$ , проставляем их на осях координат (рис. 2). Точки пересечения с осями принимаем за вершины эллипса. Дуга проведенная из точки  $C$ , радиус которой равен  $a$ , пересекает ось  $x$  в точках  $F_1$  и  $F_2$ . Из точки  $F_1$  проводим произвольный радиус  $r$ , а из точки  $F_2$  радиус  $2a - r$ . На их пересечении получаем точку  $E$ , которая принадлежит эллипсу. Проведав данное действие несколько раз, но меряя при этом  $r$ , получаем эллипс.

Построим эллипс по его каноническому уравнению.

Берем два произвольных отрезка  $A_1B_1$  и  $C_1D_1$  (рис. 3). Из центра  $O$  проводим окружность диаметром  $A_1B_1$ , и считаем что диаметр эллипса  $A_1B_1$  совпадает с диаметром  $AB$  окружности т. е.  $(AB \equiv A_1B_1)$  [2].

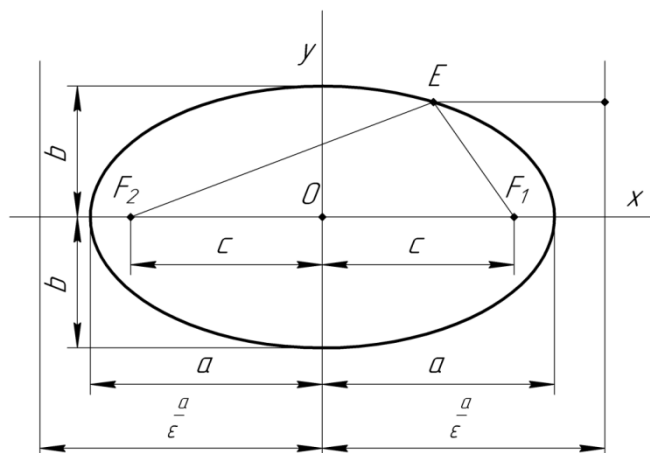


Рис. 1. Построение эллипса по его параметрам

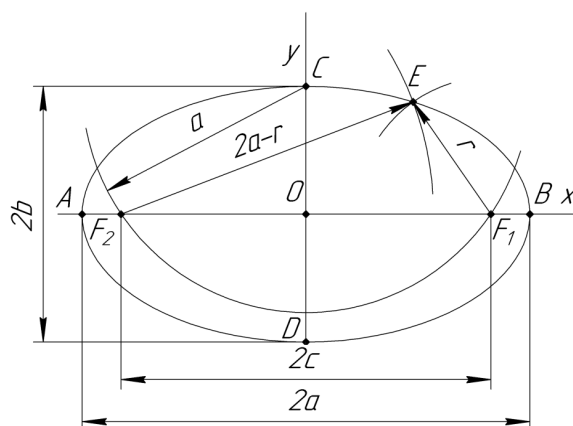


Рис. 2. Построение эллипса по уравнению

Берем на окружности произвольную точку  $E$  и получаем точку  $E_1$  эллипса. Для построения эллипса повторяем это действие несколько раз.

Если известен диаметр окружности, то можно построить эллипс родственный данной окружности. Возьмем диаметры  $AB$  и  $CD$  окружности и поставим им в соответствие диаметры  $A_1B_1$  и  $C_1D_1$  эллипса (рис. 4). Взяв на окружности точку  $E$  (рис. 4, а) можно найти такую же точку  $E_1$  на эллипсе (рис. 4, б). Через точки  $A$  и  $C$  окружности проводим прямую и аналогично ей проводим прямую через точки  $B$  и  $E$ . На их пересечении получаем точку  $K$ . Через вершины треугольника  $ABK$  проводим высоты  $AE$ ,  $BC$  и  $KM$ , которые пересекутся в точке  $G$ .

Такой же треугольник  $A_1B_1K_1$  с его высотами мы строим на осях эллипса и получаем точку  $E_1$  на эллипсе.

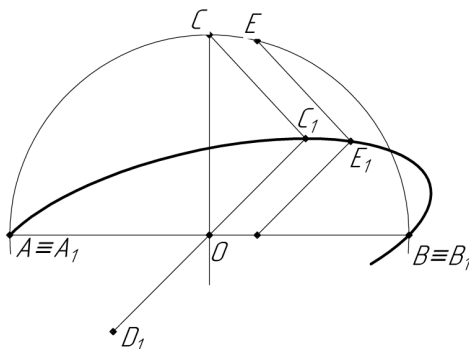


Рис. 3. Построение эллипса по двум отрезкам

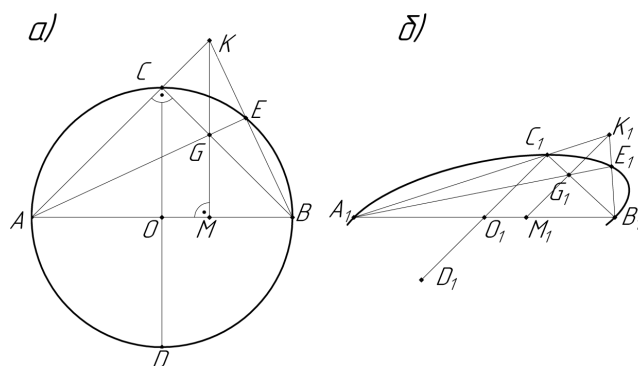


Рис. 4. Построение эллипса как линии, родственной окружности

Можно построить эллипс, если известны два его диаметра, которые являются сопряженными (рис. 5). Берем отрезки  $O_1C_1$  и  $O_1B_1$  и достраиваем к ним параллелограмм. Разделим стороны параллелограмма на одинаковое число равных отрезков.

Соединим точки  $C_1$  и  $B_1$  с одинаковыми точками сторон параллелограмма. Пересечение этих лучей дадут точки эллипса [3].

Можно построить эллипс если знаем размеры его большой и малой осей (рис. 6). Из точки  $O$  проводим луч произвольного направления и получаем точки пересечения  $E$  и  $K$ . Проведя из данных точек лучи параллельные осям эллипса, получим  $K_1$  которая является точкой эллипса [4].

Рассмотрим треугольник  $OKK_0$ . Здесь

$$OK = \frac{A_1B_1}{2}, OE = \frac{C_1D_1}{2}, EK_1 \parallel OK_0$$

Очевидно

$$\frac{K_1K_0}{KK_0} = \frac{OE}{OK} = \frac{C_1D_1}{A_1B_1} = \text{const.}$$

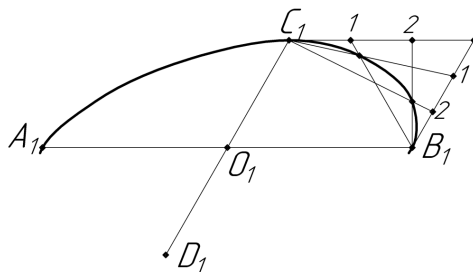


Рис. 5. Построение эллипса по сопряженным диаметрам

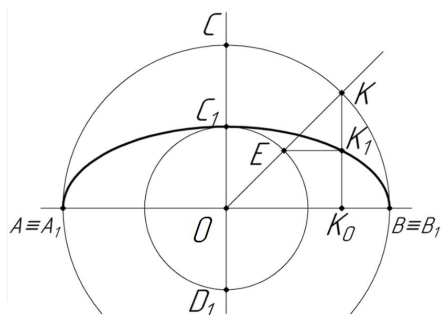


Рис. 6. Построение эллипса по его осям

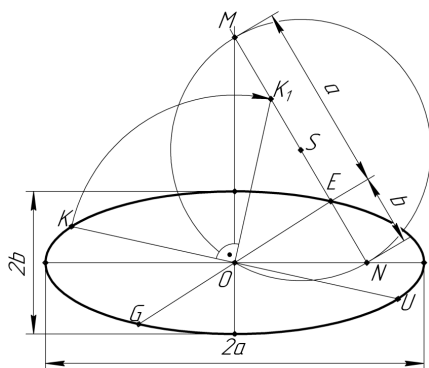


Рис. 7. Построение эллипса по заданной паре его сопряженных диаметров

Возьмем в пространстве два произвольных отрезка  $KU$  и  $GE$ , которые пересекаются в точке  $O$  (рис. 7). Данные отрезки будем считать сопряженными диаметрами эллипса. В точке  $O$  восстановим перпендикуляр к отрезку  $KU$  и перенесем на него точку  $K$ . Получили точку  $K_1$ . Соединив точки  $E$  и  $K_1$  отрезком прямой и разделив его пополам получили точку  $S$ . Из нее проводим окружность радиусом равным расстоянию от точки  $S$  до точки  $O$ . Пересече-



ние этой окружности с отрезком  $K_1E$  даст точки  $M$  и  $N$ . Получили, что отрезок  $EM$  равен половине большой оси эллипса, а отрезок  $EN$  — половине малой оси эллипса [4].

## Литература

- [1] Новичихин Л.И. *Справочник по техническому черчению*. Минск, Книжный Дом, 2008, 320 с.
- [2] Локтев О.В. *Краткий курс начертательной геометрии*. Москва, Высшая школа, 1985, 136 с.
- [3] Вяткин Г.П., Андреева А.Н., Болтухин А.К. *Машиностроительное черчение*. Москва, Машиностроение, 1985, 368 с.
- [4] Бубенников А.В. *Начертательная геометрия*. Москва, Высшая школа, 1973, 145 с.

## An ellipse is a type of patterned curves

Zuev Alexey Mikhailovich

zuevam@bmstu.ru

Zenkin Vyacheslav Nikolaevich

zenkinvn@student.bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*When studying the courses “Engineering Graphics” and “Descriptive Geometry” we are faced with such a concept as a curved line. Curved lines are widely used in engineering, curved lines can be used to define the outlines of details, surfaces, and trajectories of objects. A curved line can be considered as the movement of a point. They can be formed according to a certain law, experimentally, or graphically. Curved lines are divided into flat and spatial ones. Plane curves are lines where all points belong to the same plane. If the line is considered as the trajectory of a point, we can conclude that it is continuous. Flat curves can be classified as leaked curves. Pattern curves are curves obtained using a tool called a pattern. By connecting certain points with this tool, we get a smooth curve. Pattern curves include a circle, a parabola, a hyperbola, a sinusoid, and many other lines. The ellipse also refers to the leaked curves. An ellipse is a geometric place of points, the sum of the distances from each of which to two given points is a constant value.*

**Keywords:** point, axis, focus, plane, segment, circle, ellipse



***Секция 16. Социально -  
экономические аспекты  
экономики***



УДК 658.8

## Новые подходы к персонализации и автоматизации рекламных кампаний

Дмитриева Ксения Романовна

dkr21km217@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Исследована трансформация цифрового маркетинга под воздействием новейших технологий персонализации и автоматизации рекламных кампаний. Рассмотрены основные этапы эволюции маркетинговых стратегий. Представлены и проанализированы ключевые факторы успешного внедрения инновационных решений. Эффективность комплексного подхода проиллюстрирована на практических примерах. Особое внимание уделено перспективам развития рекламной индустрии. Подчеркнуто, что компании, активно внедряющие технологии персонализации и автоматизации уже сейчас, смогут существенно укрепить свои позиции на стремительно меняющемся цифровом рынке.*

**Ключевые слова:** персонализация, реклама, автоматизация, маркетинг, искусственный интеллект, цифровой маркетинг

В эпоху цифровой трансформации реклама переживает революцию: традиционные методы уступают место персонализированным и автоматизированным подходам. Потребители ждут релевантности, а маркетологи — эффективности, и на стыке этих запросов рождаются новые технологии. Искусственный интеллект, машинное обучение и big data позволяют не просто сегментировать аудиторию, а предугадывать ее потребности, адаптируя рекламу в реальном времени. Однако с возможностями приходят и вызовы: как сохранить баланс между автоматизацией и человеческим контролем? Как использовать данные, не нарушая доверия пользователей? И какие инструменты уже сегодня позволяют добиваться максимальной конверсии без потери индивидуального подхода?

Современная реклама переходит от широких сегментов к точечной персонализации, где каждый потребитель получает сообщение, максимально соответствующее его потребностям и поведению.

Традиционные методы:

- таргетинг по полу, возрасту, геолокации;
- сегментация по интересам (например, путешествия или спорт);
- ретаргетинг на основе посещенных страниц.

Современные подходы:

- гиперперсонализация — анализ поведения в реальном времени (просмотры, добавление в корзину, время на сайте) с мгновенной адаптацией рекламы;
- predictive-аналитика — прогнозирование будущих действий пользователя на основе его прошлого поведения (например, предложение товара до того, как клиент начнет поиск);

– динамический контент — автоматическая подмена текстов, изображений и оферов в зависимости от аудитории (например, разные баннеры для новичков и постоянных покупателей) [1].

Персонализация перестала быть опцией — она стала стандартом. Компании, которые не внедряют индивидуальный подход, теряют конкурентоспособность, тогда как те, кто используют данные и ИИ, получают лояльных клиентов и высокую отдачу от рекламы. Эволюция инструментов автоматизации началась с простых алгоритмов и развилась до сложных систем, способных полностью автономно управлять рекламными кампаниями. Сегодня ключевые платформы — Google Ads, Meta Ads, TikTok Ads предлагают комплексные решения для автоматизации всех этапов рекламного процесса [2]. Например, Smart Bidding в Google Ads анализирует сотни сигналов в реальном времени (включая время дня, тип устройства и историю поведения пользователя) для автоматической корректировки ставок, что позволяет снижать стоимость конверсии на 20–35 %. Amazon перевел 80 % своих рекламных кампаний на полностью автоматизированное управление, что привело к росту ROI на 45 %. Coca-Cola, используя programmatic-платформы с элементами машинного обучения, смогла увеличить охват на 60 % при одновременном снижении стоимости контакта на 35 % [3].

Современный digital-маркетинг переживает трансформацию, где персонализация и автоматизация перестали быть отдельными инструментами, превратившись в единую мощную систему. Основу этой трансформации составляют интеллектуальные системы, которые в реальном времени анализируют поведение пользователей, автоматически адаптируют коммуникации и прогнозируют следующие наилучшие действия. Однако внедрение этих технологий требует преодоления существенных вызовов. Главный парадокс современного маркетинга — чем глубже персонализация, тем выше риск перенасыщения пользователя сообщениями. Другая сложность — этические вопросы использования данных, где баланс достигается через прозрачные механизмы согласия и ценностный обмен: пользователи охотнее делятся данными, когда получают ощутимые преимущества.

Ближайшее будущее обещает еще более глубокую интеграцию. Мы движемся к автономным маркетинговым экосистемам, где весь цикл — от анализа данных до создания креативов — будет происходить без человеческого вмешательства. Эта эволюция приводит нас к простому, но важному выводу: в современном digital-маркетинге персонализация без автоматизации не масштабируется, а автоматизация без персонализации неэффективна. Компании, освоившие их синергию, получают не просто рост показателей, а принципиально иное качество взаимодействия с аудиторией — где каждый контакт становится шагом к долгосрочным отношениям с брендом. Развитие персонализации и автоматизации — это лишь первые шаги к радикальной трансформации рекламной индустрии. Уже в ближайшие пять лет увидим, как технологии не просто улучшают существующие подходы, а создадут принципиально новые форматы взаимодействия с потребителем.

Современные тренды — гиперперсонализация, AI-оптимизация и автоматизированные customer journey — постепенно эволюционируют в автономные маркетинговые системы, способные адаптироваться к пользователю в реальном времени [4]. Особое значение приобретет интеграция рекламы с повседневной жизнью потребителей. Голосовые помощники, умные устройства и метавселенные станут новыми каналами для персонализированных сообщений. Однако главным прорывом станет переход от реактивного маркетинга («показываем рекламу на основе прошлых действий») к предиктивному («предугадываем потребности до их возникновения»). Компании вроде Amazon и Netflix уже экспериментируют с этим, но в будущем алгоритмы смогут анализировать не только поведение внутри платформ, но и данные из множества внешних источников. Это создаст рекламу, которая не просто соответствует интересам пользователя, а превосходит их, становясь неотъемлемой частью жизни [5].

Реклама переживает эпоху кардинальных изменений. Персонализация и автоматизация, еще недавно бывшие инновационными инструментами, сегодня становятся обязательным стандартом для любого бизнеса, стремящегося к эффективному взаимодействию с аудиторией [6].

Современные алгоритмы анализируют поведение в реальном времени, автоматизированные системы мгновенно адаптируют креативы и каналы коммуникации, а интегрированные платформы создают бесшовный опыт на всех этапах взаимодействия. Но главное — это синергия двух подходов. Персонализация без автоматизации остается трудоемкой и не масштабируемой. Автоматизация без персонализации превращается в бездушный механизм, не способный выстроить эмоциональную связь с аудиторией. Вместе же они создают мощную маркетинговую экосистему, где технологии работают на достижение главной цели — формирование долгосрочных отношений с потребителем.

Уже сейчас компании, внедрившие эти принципы, получают впечатляющие результаты: рост конверсий, снижение стоимости привлечения, увеличение лояльности. Оставаться в стороне от этих изменений — значит добровольно отказываться от конкурентных преимуществ. Но важно помнить: какие бы технологии ни появлялись, в центре всегда должен оставаться человек с его потребностями и ожиданиями. Именно этот баланс — между технологическими возможностями и человеко-ориентированным подходом — и станет ключевым фактором успеха в новой эре цифрового маркетинга.

## Литература

- [1] Громов А.И. Персонализация в условиях кризиса. *Рекламные технологии*, 2023, № 1, с. 22–35.
- [2] Долженко И.Б. Цифровые технологии, искусственный интеллект и поведение потребителей. *Modern Science*, 2021, № 10–2, с. 60–66.
- [3] Смирнова Е.В. Программатик-реклама: от технологий к эффективности. *Маркетинг в России и за рубежом*, 2021, № 3, с. 45–58.

- [4] Алатова Н.В. Цифровые трансформации бизнеса и социума. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 2022, № 4 (60), с. 60–71. <https://doi.org/10.26456/2219-1453/2022.4.060-071>
- [5] Звегинцева Е.А., Иванов А.В. Трансформация модели медиакommunikаций посредством алгоритмов искусственного интеллекта. *Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права*, 2023, № 5, с. 65–70.
- [6] Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта в бизнес-сфере: современное состояние и перспективы. *Вопросы инновационной экономики*, 2021, т. 11, № 4, с. 1473–1492.

## New approaches to personalization and automation of advertising campaigns

Dmitrieva Ksenia Romanovna

dkr21km217@student.bmstu.ru

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article examines the transformation of digital marketing under the influence of the latest technologies of personalization and automation of advertising campaigns. The main stages of the evolution of marketing strategies are considered. The key factors of successful implementation of innovative solutions are presented and analyzed. The effectiveness of the integrated approach is illustrated by practical examples. Special attention is paid to the prospects for the development of the advertising industry. It was emphasized that companies that are actively implementing personalization and automation technologies now will be able to significantly strengthen their positions in the rapidly changing digital market.*

**Keywords:** *personalization, advertising, automation, marketing, artificial intelligence, digital marketing*



УДК 65.015.3

## Социальные аспекты внедрения инноваций в производственные процессы

Нехай Анастасия Андреевна

nekhayaa@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

КФ МГТУ им Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена анализу социальной ответственности бизнеса в контексте внедрения инновационных технологий на предприятиях. Рассмотрены социальные аспекты внедрения инноваций в производственные процессы, акцентируя внимание на влиянии новых технологий на трудовые отношения и социальную структуру предприятий. Представлены ключевые факторы, способствующие успешной интеграции инноваций, такие как обучение персонала, изменение организационной культуры и вовлечение сотрудников в процесс изменений. Показано, что внедрение инновационных решений не только повышает производительность, но и способствует улучшению условий труда и повышению удовлетворенности работников.*

**Ключевые слова:** инновации, инновационная деятельность, социальные аспекты, производственные процессы, технологические инновации

В современных экономических условиях инновации играют ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности предприятий. Однако внедрение новых технологий в производственные процессы сопровождается не только техническими и экономическими изменениями, но и значительными социальными последствиями. Социальные аспекты внедрения инноваций охватывают широкий спектр вопросов, связанных с воздействием на трудовые отношения, квалификацию работников, их безопасность, а также общим состоянием социальной среды в организациях и обществах. В данной статье рассмотрим, как внедрение инновационных технологий влияет на социальные аспекты производственных процессов, а также предложим рекомендации, способствующие эффективному и ответственному управлению этими изменениями [1].

Инновации в производственных процессах могут принимать разные формы. Они могут быть технологическими (внедрение новых машин и оборудования, автоматизация процессов), организационными (изменения в структурах управления, реинжиниринг бизнес-процессов) и социальными (улучшение условий труда, внедрение корпоративной культуры и моральной ответственности). С каждым из этих типов меняется и отношение работников к своим обязанностям, а также их мотивация и уровень вовлеченности.

Технологические инновации, как правило, рассматриваются как основа для оптимизации производственных процессов и повышения их эффективности. Однако они порой могут привести к снижению потребности в определенных профессиях или даже к полному их исчезновению. В результате, ра-

ботники могут столкнуться с ненужностью своей квалификации, что требует от них адаптации и переобучения.

Одним из самых заметных последствий внедрения инноваций является изменение в трудовых отношениях. Автоматизация процессов и использование искусственного интеллекта могут привести к избавлению от определенных профессий [2]. В связи с этим, возникает необходимость в изменении структуры рабочей силы и повышении квалификации оставшихся работников. Некоторым работникам потребуется обучаться новым навыкам, что может вызвать страх и неопределенность, особенно у лиц, работающих на одном и том же месте в течение долгого времени.

Важно отметить, что процесс адаптации к инновациям может быть различным в зависимости от типа работников и их отношения к изменениям. Более опытные работники могут проявлять сопротивление изменениям, в то время как молодое поколение, с большей долей вероятности, будет активно принимать инновации и использовать их для повышения своей продуктивности.

В связи с вышеизложенным руководство компаний должно учитывать чувства и взгляды своих сотрудников, создавая рабочую среду, способствующую открытости и взаимодействию. Важно задействовать работников в процессе принятия решений, связанных с внедрением инноваций [3]. Это может уменьшить уровень стресса и сопротивления и повысить степень вовлеченности работников в изменения.

С внедрением инновационных технологий изменяются и требования к квалификации работников. Для успешного применения новых технологий сотрудникам могут понадобиться совершенно новые навыки и знания. Это требует от компаний не только переобучения своего персонала, но и создания системы постоянного обучения.

Реализация таких программ обучения может стать вызовом для многих предприятий. Во-первых, это потребует дополнительных финансовых вложений, что может быть барьером для небольших компаний. Во-вторых, предприятиям необходимо разработать эффективные программы обучения, которые были бы актуальны с учетом быстро меняющегося технологического ландшафта.

Многочисленные исследования показывают, что инвестиции в образование и обучение работников не только повышают эффективность работы, но и способствуют улучшению морального климата в коллективе [4]. Работники, которые чувствуют, что их развитие поддерживается, более склонны оставаться в компании и демонстрировать высокие показатели производительности.

Внедрение инновационных технологий обычно ассоциируется не только с исчезновением старых профессий, но и с созданием новых. Новый тип производственных процессов может потребовать перевод работников на другие должности, что в некоторых случаях может привести к созданию новых рабочих мест [5].

С точки зрения социальной устойчивости этот феномен имеет двойственное значение. С одной стороны, новые рабочие места могут улучшить

общее состояние рынка труда. С другой стороны, если работники не смогут адаптироваться к новым условиям, это может привести к повышению уровня безработицы. Таким образом, необходимо заблаговременно разрабатывать стратегии управления трудовыми ресурсами.

Важно также учитывать факторы, которые могут побудить организации создавать новые рабочие места. Например, внедрение технологии, которая требует более высококвалифицированного персонала, может представлять собой возможность для компаний снизить текучесть кадров. Наличие квалифицированного персонала также может увеличить гибкость компании, что в долгосрочной перспективе обеспечит ее устойчивость.

Одним из самых серьезных социальных последствий внедрения инноваций в производственные процессы является риск увольнений работников. Смена технологий, автоматизация и уменьшение необходимости в ручном труде могут привести к массовым сокращениям. Эта проблема особенно остро стоит в таких отраслях, как производство, где большая часть рабочих мест может быть замещена машинами.

Более того, увольнения могут привести к социальной нестабильности в определенных регионах. Повышенный уровень безработицы провоцирует снижение покупательской способности населения, что, в свою очередь, влияет на экономическое состояние местных сообществ. Поэтому предприятия должны принимать меры для минимизации таких последствий, активизируя программы переобучения и гарантируя поддержку уволенным работникам [6]. Интересным примером является компания, которая внедрила новое оборудование, но перед этим разработала программу по повышению квалификации для существующих работников. Даже если некоторые сотрудники были уволены, остальным было предоставлено время на адаптацию, что снизило стресс и повысило моральный дух в коллективе.

Учитывая потенциальные риски, связанные с внедрением инноваций, социальные инициативы становятся особенно актуальными. Они могут включать в себя поддержку программ образования, дополнительные тренинги и инструменты для оказания помощи работникам в их перемещении от одних должностей к другим.

Инициативы такого рода могут быть реализованы через совместные усилия компаний и государственных учреждений. Важно создать экосистему, которая обеспечит переход работников на новые рабочие места путем их переподготовки и дополнительных образовательных возможностей.

Примеры успешного внедрения социальных инициатив можно найти в различных странах. Например, в некоторых европейских странах предпринимаются попытки обеспечить работникам доступ к образовательным программам, поддерживающим их профессиональное развитие. Это позволяет не только сохранить рабочие места, но и способствует повышению конкурентоспособности на рынке труда [7].

В качестве примера удачного внедрения инноваций с учетом социальных аспектов можно рассмотреть опыт компании Siemens. В рамках своей страте-

гии цифровизации Siemens разработала программу по обучению и повышению квалификации своих работников, в которой акцент был сделан на развитие навыков работы с новыми технологиями. Эта инициатива позволила не только сохранить рабочие места, но и значительно повысить уровень вовлеченности и удовлетворенности сотрудников.

Другой пример можно найти в компании Amazon, которая предложила своим работникам программы переобучения в рамках своей инициативы Upskilling 2025. Эти программы направлены на подготовку сотрудников к будущим вызовам, связанным с изменением технологий и необходимостью освоения новых профессий.

Данные примеры иллюстрируют, как удачное стратегическое управление внедрением инновационных технологий может минимизировать негативные социальные последствия и создать положительный имидж компании как социально ответственной организации.

Социальная ответственность бизнеса в условиях внедрения инноваций становится неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития. Учитывая человеческий капитал как один из ключевых ресурсов, компании должны стремиться создать вводные процессы, которые не только повышают производительность, но и обеспечивают сохранение и развитие сотрудников. Точные исследования и анализ социальных аспектов внедрения инноваций помогут улучшить подготовленность работников и подготовить их к вызовам современного рынка. Таким образом, сочетание инноваций с социальной ответственностью позволяет создать гармоничную рабочую среду, способствующую устойчивому развитию как предприятий, так и общества в целом.

## Литература

- [1] Артеменко А.М. *Инновационное развитие организации*. Горки, Белорусская государственная орденов октябрьской революции и трудового красного знамени сельскохозяйственная академия, 2021, с. 31.
- [2] Шагабутинова Л.М. *Трансформация рынка труда и профессий под влиянием искусственного интеллекта*. Брянск, Изд-о ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского», 2025, с. 38.
- [3] Наумчев И.В. *Нематериальные стимулы и мотивация работников предприятий в современных условиях*. Москва, ИНФРА-М, 2024, с. 64.
- [4] Абрамов К.Д., Лымарева О.А. *Конкурентоспособность персонала на предприятии*. Новосибирск, ООО «Капитал», 2020, с. 6.
- [5] Петрова И.Т. *Мониторинг новых профессий и трудовых функций: методологический подход*. Москва, ФГБУ «Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук», 2024, с. 63.
- [6] Римская О.Н., Кранбихлер В.С. *Уровень безработицы как триггер угрозы национальной безопасности стран (на примере России и стран Европы)*. Санкт-Петербург, Реальная экономика, 2023, с. 246.
- [7] Ворошилова А.А., Ковалев И.В. *Роль проектных и социальных инициатив в программах среднего и высшего образования*. Красноярск, Сибирский научный центр ДННТ, 2023, с. 311.

## Social aspects of the implementation of innovations in production processes

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Nekhai Anastasia Andreevna

nekhayaa@student.bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article is devoted to the analysis of business social responsibility in the context of the introduction of innovative technologies in enterprises. It examines the implications of such changes for employees, including the impact on employment and employee qualifications. The relevance of this article is due to the rapid changes taking place in the business world due to the rapid introduction of innovative technologies. Modern companies face challenges related not only to economic and technological aspects, but also to social consequences.*

**Keywords:** *innovation, innovative activity, social aspects, production processes, technological innovations*

УДК 65.012

## Применимость принципов кайдзен на российских предприятиях машиностроительной отрасли

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Новикова Полина Александровна

novikovapa@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена применимость принципов кайдзен на предприятиях машиностроительной отрасли в России. Представлены ключевые аспекты методологии кайдзен, ее влияние на эффективность производства и качество продукции. Проанализированы примеры внедрения кайдзен на российские предприятия, а также выявлены основные препятствия, такие как недостаточная автоматизация, культурные особенности и организационные барьеры. Особое внимание уделено рекомендациям по адаптации кайдзен к российским условиям, позволяющим повысить конкурентоспособность и устойчивость предприятий в долгосрочной перспективе.*

**Ключевые слова:** метод кайдзен, эффективность производства, непрерывное улучшение качества, оптимизация производства, стандартизация, философия управления

Кайдзен — это философия управления, основанная на принципе непрерывного улучшения всех аспектов деятельности компании. Р. Маурер в своей книге затронул историю происхождения кайдзен. Изначально данный метод во времена Второй мировой войны внедрили на свои предприятия американцы, для того чтобы повысить качество и объем производимого оружия. После войны экономика Японии находилась в упадническом состоянии, и американцы решили применить свою систему для восстановления производств в стране. По возвращении американцев на родину, стратегии доктора Демпинга по развитию производственного процесса были забыты, но для Японии это стало неотъемлемой частью корпоративной культуры, для которой они и придумали термин «кайдзен» [1].

Рассмотрим ниже основные принципы, которые входят в метод кайдзен:

- непрерывное улучшение производства — даже небольшие, постепенные изменения в процессе ведут к значительным результатам;
- ориентированность на сотрудников — вовлеченность всех сотрудников, от рабочих до высшего руководства;
- бережливое производство (Lean) — устранение всех видов потерь, снижение и оптимизация рабочих процессов;
- стандартизация — закрепление успешных изменений в виде новых стандартов работы;
- обучение и развитие персонала — постоянное повышение квалификации сотрудников;
- коллективная работа и ответственность — поощрение инициативы и обмена идеями внутри команды.

Кайдзен является фундаментом бережливого производства, которое активно применяется в таких компаниях, как Toyota. Как известно, система бережливого производства направлена на минимизацию скрытых видов потерь и максимальное использование ресурсов с целью повышения эффективности [2]. В комплексе с методом кайдзен данная система становится намного эффективнее, так как внедрение инноваций происходит постепенно, маленькими шагами. Это сделано для того, чтобы все предложения по устранению скрытых потерь при помощи бережливого производства работали в долгосрочной перспективе, а не в краткосрочной, и ошибки исправлялись на ранних этапах.

М. Имаи, популизатор философии кайдзен, в своей работе рассматривает данный метод как основу успеха японской промышленности, особенно в автомобилестроении, электронике и машиностроении [3]. В книге Имаи ключевыми идеями являются принцип «маленьких шагов», который не заключается в радиальных усовершенствованиях, а в достаточно простых и постепенных изменениях, и вовлеченность сотрудников, которые могут вносить предложения по улучшению. Тем самым, кайдзен является не просто методикой управления, а философией, изменяющей корпоративную культуру.

Машиностроительная отрасль России играет ключевую роль в развитии промышленности и экономики страны. Однако предприятия сталкиваются с рядом проблем, которые ограничивают их конкурентоспособность на мировом рынке. В первую очередь, это устаревшее оборудование, из-за чего снижается производительность и возрастает процент брака. Второй серьезной проблемой является низкий уровень автоматизации, так как многие предприятия продолжают использовать морально устаревшие технологии, что приводит к увеличению издержек и снижению гибкости производства.

Применение кайдзен в машиностроении России может дать значительные преимущества для развития данной отрасли. Во-первых, оно повышает производительность и качество продукции, поскольку позволяет устранять потери и снижать количество дефектов. Практика показывает, что стандартизация рабочих процессов, использование методов визуального контроля (Andon, Kanban) и активное вовлечение сотрудников в улучшение процессов существенно повышает эффективность производства. Во-вторых, кайдзен способствует оптимизации производственных процессов за счет устранения лишних операций, улучшения логистики и внедрения бережливого производства. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и высокой себестоимости комплектующих. В-третьих, философия кайдзен позитивно влияет на моральный климат в коллективе: вовлечение сотрудников в процесс улучшений делает их более мотивированными, снижает сопротивление изменениям и повышает уровень удовлетворенности работой [4].

Элементы философии кайдзен начали внедряться и в России. Одним из наиболее известных примеров является КАМАЗ, который активно использует элементы бережливого производства (Lean) и методы поточного производства в сочетании с системой 5S. На предприятии внедрены стандарты работы, направленные на снижение потерь и повышение эффективности про-

изводства грузовиков [5]. Еще одним примером является опыт АвтоВАЗа, который, будучи частью альянса Renault-Nissan, перенял ряд японских подходов к организации производства, включая использование Kanban и системы контроля качества Poka-Yoke (Shingo, 2020).

Кайдзен представляет собой перспективный инструмент для российских машиностроительных предприятий, который может помочь им повысить конкурентоспособность, сократить издержки и улучшить качество продукции.

Внедрение кайдзен в российские предприятия машиностроительной отрасли сталкивается с рядом серьезных барьеров, связанных с культурными, экономическими и технологическими факторами, организационными барьерами и недостаточной автоматизацией производства. Одним из ключевых вызовов является культурное сопротивление изменениям. Он является основополагающим, так как многие работники и руководители российских предприятий придерживаются консервативного подхода, предпочитая традиционные методы работы и избегая нововведений. Это связано с устоявшимися взглядами на управление производством, где доминируют директивные методы, а участие сотрудников в улучшении процессов не всегда поощряется. Кроме того, недостаточная информированность о принципах кайдзен и ограниченный доступ к обучающим программам приводят к нехватке квалифицированных кадров, способных внедрять современные системы управления качеством. Без соответствующей подготовки и понимания философии кайдзен его методы могут восприниматься как дополнительные требования, ненужная работа, увеличивающая нагрузку на сотрудников, а не как инструмент оптимизации производственного процесса.

Помимо культурных факторов, существуют экономические и организационные барьеры. Внедрение кайдзен требует финансовых вложений в обучение персонала, модернизацию процессов и создание новых систем управления. Однако на многих российских предприятиях недостаточное финансирование модернизационных программ не позволяет реализовать даже базовые улучшения. Организационные барьеры связаны с бюрократическими сложностями и ограниченными возможностями для реформирования процессов в рамках существующих корпоративных структур. Государственные программы поддержки модернизации часто фокусируются на крупных инвестиционных проектах, наиболее инновационных, которые внедряют улучшения на производство быстро и приносят мгновенный результат, но не затрагивают постепенные улучшения, которые являются основой кайдзен.

Еще одной серьезной проблемой остается низкий уровень автоматизации. Многие предприятия по-прежнему зависят от устаревшего оборудования, которое требует значительных инвестиций для обновления. В условиях недостатка финансирования обновление технологий откладывается, что замедляет внедрение эффективных производственных систем, методов бережливого производства, являющегося одним из инструментов кайдзен. Недостаток инвестиций также отражается на цифровизации процессов и внедрении систем



управления производством, таких как ERP-системы, которые могли бы поддерживать принципы кайдзен.

Первым шагом должно стать постепенное внедрение изменений. Попытка сразу внедрить все инструменты кайдзен может вызвать сопротивление и перегрузку системы. Необходимо начинать с небольших пилотных проектов или использовать принцип «маленьких шагов», который наилучшим образом будет привносить постепенные изменения в производственную систему.

Одним из ключевых инструментов успешного совершенствования является бережливое производство. Оно позволяет систематически устранять скрытые потери, повышать эффективность процессов и сокращать затраты. Применение Lean в сочетании с кайдзен поможет добиться устойчивых улучшений без необходимости значительных инвестиций в оборудование. Для внедрения кайдзен необходимо вовлечение сотрудников на всех уровнях. Важно, чтобы не только руководство, но и рабочие принимали участие в процессах совершенствования. Практика показывает, если руководители не поддерживают новые инициативы, изменения часто остаются формальностью.

В долгосрочной перспективе кайдзен может существенно повысить качество продукции, что позволит российским предприятиям укрепить позиции на мировом рынке и привлечь иностранных инвесторов. Опыт компаний, таких как КАМАЗ и АвтоВАЗ, уже демонстрирует, что внедрение элементов кайдзен приводит к снижению брака и повышению эффективности производства.

Еще одной важной возможностью является снижение затрат за счет оптимизации процессов. Уменьшение потерь сырья, сокращение времени на производство и снижение количества дефектов положительно сказываются на финансовых показателях предприятий.

Внедрение кайдзен также способствует формированию нового имиджа российского машиностроения. Если раньше отрасль ассоциировалась с устаревшими технологиями и низкой производственной эффективностью, то системный и комплексный подход к улучшениям позволит позиционировать ее как инновационную, конкурентоспособную и ориентированную на высокое качество.

Таким образом, внедрение кайдзен в российских условиях возможно при условии его гибкой адаптации, системного подхода к обучению и вовлечения сотрудников.

## Литература

- [1] Маурер Р. *Метод кайдзен: шаг за шагом к достижению цели*. Москва, Альпина Паблишер, 2024, 179 с.
- [2] Челенко А.В., Новикова П.А. Комплексный подход к достижению совершенства через устранение скрытых потерь. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2025, № 2, с. 303–312.
- [3] Имаи М. *Ключ к успеху японских компаний*. Москва, Альпина Паблишер, 2021, 274 с.

- [4] Лайкер Дж. *Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира*. Москва, Альпина Паблишер, 2023, 490 с.
- [5] Вумек Дж., Джонс Д. *Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании*. Москва, Альпина Паблишер, 2024, 472 с.

## The applicability of Kaizen principles to Russian machine-building enterprises

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Novikova Polina Alexandrovna

novikovapa@student.bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article examines the applicability of kaizen principles in the machine-building industry in Russia. The key aspects of the Kaizen methodology, its impact on production efficiency and product quality are presented. The examples of Kaizen implementation in Russian enterprises are analyzed, and the main obstacles such as insufficient automation, cultural peculiarities and organizational barriers are identified. Special attention is paid to recommendations for adapting Kaizen to Russian conditions, which make it possible to increase the competitiveness and sustainability of enterprises in the long term.*

**Keywords:** *kaizen method, production efficiency, continuous quality improvement, production optimization, standardization, management philosophy*

УДК 658.512

## Будущее гибких производственных систем: тенденции, прогнозы и перспективы развития

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Теплый Юрий Андреевич

teplyyyua@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены возможные перспективы и барьеры развития гибких производственных систем в ближайшем будущем. Современная промышленность проходит новый этап глубокой трансформации, которые вызваны стремительным развитием цифровых технологий и глубокой компьютеризации всех аспектов производства. В данных условиях традиционные производственные линии уступают место продвинутым гибким производственным системам (ГПС). Основное внимание уделяется тенденциям развития ГПС, их перспективам внедрения и предположительным барьерам, с которыми могут столкнуться предприятия.*

**Ключевые слова:** гибкие производственные системы, искусственный интеллект, цифровой двойник, адаптивное производство, робототехника

Современные ГПС представляют собой синергию передовых технологий: современной робототехники, аддитивного производства, внедрение искусственного интеллекта и промышленных интернет вещей (IIoT) [1]. Их ключевое преимущество — возможность выпускать мелкие партии с характеристиками массового производства.

Одними из главных тенденций развития ГПС можно выделить 3 направления:

- интеграция искусственного интеллекта в процесс производства;
- практика внедрения цифровых двойников;
- эволюция робототехник.

Теперь кратко разберем каждое из направлений.

**Интеграция искусственного интеллекта в процесс производства.** Как отмечают эксперты McKinsey, современные ГПС чаще используют алгоритмы машинного обучения для их совершенствования. Это позволило быстро перенастраивать оборудование, прогнозировать обслуживание и проще следить за качеством, что, в свою очередь, сократило простои на 50 %, а точность сделанных деталей на ГПС стала 99,7 %. В России этот тренд находит отражение в проектах компании «Ростех». Например, на заводе «КАМАЗ» система аналитики самостоятельно корректирует параметры работы оборудования [2].

**Внедрение цифровых двойников.** Они позволяют на примере симуляции дать необходимую информацию для настройки ГПС. Симуляции позволяют учитывать физические параметры оборудования, логику работы всей системы и улучшить материальные потоки. Независимо от применения ГПС

на производстве, по данным Gartner, к 2025 г. 75 % крупных производителей будут использовать эту технологию [3].

**Эволюция робототехники.** Эволюция робототехники оказывает значительное влияние на развитие гибких производственных систем (ГПС), способствуя повышению их эффективности, адаптивности и способности к персонализации продукции. Современные роботы, оснащенные высококачественными сенсорными технологиями (системы с тактильной обратной связью), способны выполнять сложные задачи с высокой точностью и скоростью, что позволяет предприятиям оперативно адаптироваться к изменениям спроса и производить мелкие партии товаров с характеристиками массового производства. Одним из примеров применением нового поколения роботов можно назвать заводы «Калашников», которые уже внедрили коботов для гибкой сборки [4].

Эти тенденции развития лишь показывают направления, какие технологии либо уже внедряются в ГПС, либо остается делом времени, когда их начнут применять в ГПС.

Можно также выделить ближайшие прогнозы развития в промышленности, которые могут быть реализованные только при помощи ГПС.

**Автономные самообучающиеся фабрики.** Как отмечают аналитики McKinsey Global Institute в своем отчете за 2023 г.: «Мы стоим на пороге новой эры, когда заводы перестанут быть просто производственными площадками, а превратятся в самообучающиеся организмы» [1]. Действительно, к 2030 г. ожидается качественный скачок в развитии автономных систем. В России этот тренд находит отражение в проектах компаний «Ростех» и «Росатом». Например, на заводе «КАМАЗ» уже внедрена система предиктивной аналитики, которая самостоятельно корректирует параметры работы оборудования. Однако, как справедливо отмечает эксперт Высшей школы экономики И. Петров: «Российским предприятиям пока не хватает инфраструктуры для полномасштабного перехода на самообучающиеся системы — нам необходимо сначала решить вопросы с отечественными микропроцессорами и системами хранения данных».

Перспективы, которые выделяют:

- полная интеграция ИИ в управление цепями поставок позволит автоматически перенаправлять сырье между предприятиями;
- самооптимизирующиеся системы смогут проводить до 1000 виртуальных экспериментов в сутки для поиска оптимальных режимов;
- квантовые вычисления, разработкой которых активно занимаются в Сколково, революционизируют моделирование сложных процессов.

**Персонализация в промышленных масштабах.** «Массовая кастомизация — это не будущее, а уже настоящее», — заявляет CEO компании «ЭФКО» С. Иванов в интервью «РБК». Действительно, российские предприятия постепенно осваивают этот тренд. Яркий пример — нижегородский завод «ГАЗ», где внедрена система гибкой сборки, позволяющая клиентам выбирать до 150 вариантов комплектации автомобилей. При этом, как отмечает

директор по развитию А. Смирнов: «Нам удалось сохранить темпы конвейерной сборки благодаря smart-логистике и цифровым двойникам технологических процессов».

Технологические драйверы этого направления:

- 3D-печать металлами — российские компании типа «Русатом Аддитивные технологии» уже выпускают промышленные принтеры, позволяющие создавать кастомизированные детали для авиакосмической отрасли;

- блокчейн для отслеживания — пилотный проект Сбербанка и Ростеха по цифровым паспортам продукции показал снижение контрафакта на 27 %;

- гибкие сборочные линии — подход «одна деталь — один станок» тестируется на заводах «Калашников».

Однако, как отмечает профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана А. Волков: «Российскому рынку пока не хватает зрелости для полноценной массовой кастомизации — потребители часто не готовы платить за персонализацию, а бизнес — инвестировать в гибкие системы».

Каждый из прогнозов уже в какое-то мере реализован, осталось дело времени, когда данные практики будут доступны всем предприятиям в различных отраслях. Применения ГПС скоро станет не отделимой частью различных фабрик, но, чтобы их применять необходимо учитывать как перспективы, так и барьеры, с которыми предприятия могут столкнуться.

Например, экономические аспекты. «В условиях санкций российские предприятия столкнулись с необходимостью ускоренной цифровизации», — констатирует аналитик «Центра стратегических разработок» Д. Орлов. Действительно, текущая экономическая ситуация создает уникальный парадокс, с одной стороны, ограниченный доступ к западным технологиям, с другой, — беспрецедентные меры господдержки.

Ключевые моменты:

- срок окупаемости гибких систем сокращается благодаря импортозамещению — отечественные аналоги часто дешевле, хоть и требуют доработки;

- новые бизнес-модели типа «производство как услуга» тестируются в особых экономических зонах, например в Татарстане уже работает 5 таких площадок;

- государственные программы типа «Цифровизация промышленности» компенсируют до 70 % затрат на внедрение ГПС для малого бизнеса.

Однако, как предупреждает экономист С. Гуриев: «Российским предприятиям нужно быть готовыми к длительному периоду адаптации — западные санкции надолго ограничили доступ к критическим технологиям».

Также нужно учитывать кадровый парадокс. «Цифровизация производства опережает подготовку кадров», — с тревогой отмечает ректор МИСиС А. Черникова. Это особенно актуально для России, где традиционно сильная инженерная школа сталкивается с новыми вызовами.

Требуемые компетенции будущего:

- работа с цифровыми двойниками — в МГТУ им. Н.Э. Баумана уже открыта первая в России магистратура по этому направлению;

– управление коботами и AR-интерфейсами — «Росатом» обучает персонал на VR-тренажерах собственной разработки;

– анализ больших данных — Сбербанк и ВЭБ.РФ совместно создали образовательные программы по промышленной аналитике.

Как отмечает HR-директор «Объединенной двигателестроительной корпорации» И. Жукова: «Мы вынуждены переучивать до 40 % инженерного состава — старые методы работы уже неактуальны».

Без внимания не стоит оставлять и технологические риски. «Импортозамещение — это не только возможности, но и риски», — предупреждает глава «Роснано» С. Куликов. Действительно, переход на отечественные аналоги в условиях санкций создает несколько критических вопросов:

– кибербезопасность — российский стандарт ГОСТ Р 57580 частично дублирует IEC 62443, но требует доработки для сложных ГПС;

– устойчивость к сбоям — опыт АвтоВАЗа показал, что дублирование критических узлов увеличивает стоимость системы на 15–20 %;

– этическая регуляция ИИ — в России пока нет аналога европейского «Акта об искусственном интеллекте».

Как резюмирует эксперт «Цифровой экономики» А. Нейман: «Российским предприятиям придется пройти сложный путь адаптации, но это создаст уникальные компетенции, которые могут стать нашим экспортным преимуществом».

В заключение хочется сказать, что гибкие производственные системы трансформируют промышленность. К 2030 г. до 40 % предприятий перейдут на адаптивные модели [5]. Для России это одновременно вызов и возможность создать уникальные компетенции.

## Литература

- [1] *The Future of Industrial Automation: 2030 Outlook*. New York, McKinsey & Company, 2023, 156 p.
- [2] ПАО «КАМАЗ». *Годовой отчет 2022: цифровая трансформация производства*. Набережные Челны, ПАО «КАМАЗ», 2023, 48 с.
- [3] Hype Cycle for Industrial IoT. Stamford, Gartner Inc., 2022, 32 p. <https://doi.org/10.5555/gar.2022.7654321>
- [4] Концерн «Калашников». *Внедрение гибких производственных систем на предприятиях холдинга: пресс-релиз № 145-ПР от 12.09.2023*. Ижевск, АО Концерн «Калашников», 2023, 5 с.
- [5] World Economic Forum. *Global Advanced Manufacturing Report*. Geneva, WEF, 2023, 98 p.

## The future of flexible manufacturing systems: trends, forecasts, and development prospects

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Tepliy Yuri Andreevich

teplyyyua@student.bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article examines the potential prospects and barriers to the development of flexible manufacturing systems in the near future. Modern industry is undergoing a new stage of deep transformation, driven by the rapid development of digital technologies and the deep computerization of all aspects of production. In this context, traditional production lines are giving way to advanced flexible manufacturing systems (FMS). The article focuses on the development trends of FMS, their implementation prospects, and the potential barriers that enterprises may encounter.*

**Keywords:** flexible manufacturing systems, artificial intelligence, digital twin, adaptive manufacturing, robotics

УДК 001.895

## Роль партнерств между вузами и промышленностью в развитии инновационных проектов

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Голубкова Дарья Александровна

gda21km036@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Во время глобализации и стремительного технологического прогресса, когда конкуренция становится все более ожесточенной, инновации перестают быть просто желательным атрибутом развития и превращаются в жизненно необходимый элемент выживания и процветания для любой страны и отдельной компании. В этом контексте, взаимодействие между академическим миром и промышленностью приобретает особое значение, выступая в качестве катализатора инновационных процессов и программой экономического роста. Партнерства между высшими учебными заведениями и предприятиями промышленности представляют собой стратегически важная связь, объединяющая передовые теоретические знания, фундаментальные исследования и научный потенциал университетов с практическим опытом, производственными мощностями и потребностями реального сектора экономики*

**Ключевые слова:** инновационные проекты, вузы, промышленность, конкурентоспособность, сотрудничество

**Вузы и промышленность: взаимовыгодный симбиоз в инновационной экосистеме.** Высшие учебные заведения (вузы) исторически играют ключевую роль в создании и распространении знаний. Сегодня они являются не только образовательными учреждениями, но и динамичными центрами научных исследований, где рождаются новые идеи, разрабатываются передовые технологии и формируются квалифицированные кадры. Вузы располагают уникальным набором ресурсов, таких как квалифицированный персонал, доступ к знаниям, научно-исследовательские лаборатории и т. д., необходимых для генерации инноваций. Однако, несмотря на огромный потенциал, вузы часто сталкиваются с трудностями в реализации своего инновационного потенциала. Они могут испытывать недостаток: практического опыта, финансирования, коммерческих навыков [1].

Промышленность, в свою очередь, является ключевым потребителем и драйвером инноваций. Предприятия стремятся внедрять новые технологии для повышения эффективности производства, снижения затрат, улучшения качества продукции и услуг, а также для сохранения и укрепления своих позиций на рынке.

Партнерство между вузами и промышленностью создает синергетический эффект, объединяя сильные стороны каждой стороны и компенсируя их слабые. Это взаимовыгодное сотрудничество позволяет ускорить процесс



инноваций, повысить эффективность исследований, развить квалифицированные кадры, а также стимулировать экономический рост [1].

Сотрудничество между академическим сообществом и промышленностью представляет собой многогранный процесс, приносящий существенные выгоды обеим сторонам и являющийся ключевым фактором успешного развития инновационных проектов [2].

Партнерство с промышленностью открывает для вузов ряд значительных преимуществ, позволяющих им более эффективно реализовывать свой научный и инновационный потенциал. Промышленные предприятия могут предоставлять финансовую поддержку исследовательским проектам, осуществляемым в вузах. Сотрудничество с промышленностью позволяет ученым и студентам вузов получить доступ к реальным производственным задачам и проблемам. Также партнерство с промышленностью создает возможности для стажировок студентов и повышения квалификации преподавателей. Студенты имеют возможность проходить стажировки на предприятиях, участвовать в реальных проектах и приобретать практические навыки, необходимые для успешной карьеры в промышленности.

Промышленные предприятия также получают значительные выгоды от сотрудничества с вузами, которые позволяют им повышать свою конкурентоспособность и стимулировать инновационный рост. Сотрудничество с вузами предоставляет предприятиям доступ к передовым научным знаниям и новым технологиям, разрабатываемым в академических лабораториях. Вузы помогают предприятиям решать сложные технические задачи, требующие глубоких научных знаний и опыта. Ученые из вузов могут проводить исследования, разрабатывать новые технологии и предлагать инновационные решения, которые помогают предприятиям преодолевать технические барьеры и повышать эффективность производства. Сотрудничество с вузами предоставляет предприятиям доступ к квалифицированным кадрам, обладающим современными знаниями и навыками [3].

Механизмы партнерств между вузами и промышленностью включают широкий спектр взаимодействий: совместные научно-исследовательские проекты, контракты на выполнение НИР, создание совместных исследовательских центров, стажировки студентов и преподавателей, лицензирование технологий, создание спин-офф компаний, предоставление консультационных услуг учеными, а также активное участие в конференциях. Эти инструменты позволяют объединять ресурсы и компетенции для разработки новых технологий, решения технических задач, обмена опытом и коммерциализации инноваций.

Партнерства вузов и промышленности взаимовыгодны, обеспечивая вузам финансирование и коммерциализацию разработок, а предприятиям — доступ к технологиям и кадрам. Разнообразие механизмов и государственная поддержка способствуют реализации инновационных проектов и экономическому росту [3].

Несмотря на очевидные преимущества, партнерства между вузами и промышленностью не являются легким путем к инновациям. На пути

к успешному сотрудничеству возникают различные вызовы и барьеры, которые могут существенно затруднить взаимодействие и помешать достижению поставленных целей. Понимание этих проблем является первым шагом к их преодолению и созданию эффективных механизмов взаимодействия.

Существенное различие в корпоративной культуре, целях и приоритетах вузов и предприятий является серьезным барьером. Вузы ориентированы на фундаментальные исследования, публикации и академические степени, приоритизируя генерацию новых знаний и долгосрочные перспективы. Промышленность, напротив, сосредоточена на прибыли, внедрении технологий, конкурентоспособности и быстрых результатах. Это приводит к разным временным рамкам, языковым барьерам, мотивациям и системам оценки, затрудняя коммуникацию и согласование действий [4].

Вопросы интеллектуальной собственности (ИС) и распределения доходов часто становятся причиной конфликтов. Необходимо четко определять права на ИС, созданную в рамках совместных проектов, справедливо распределять доходы от коммерциализации результатов исследований и обеспечивать защиту конфиденциальной информации. Отсутствие четких соглашений и прозрачности может привести к спорам, недоверию и торможению инновационных процессов.

Вопросы доверия и конфиденциальности играют важную роль в успешном сотрудничестве. Недостаток доверия может привести к нежеланию делиться информацией, разрабатывать совместные проекты и инвестировать в долгосрочные партнерства [5].

Преодоление барьеров в сотрудничестве вузов и промышленности требует комплексного подхода, включающего разработку четких соглашений, создание эффективной коммуникации, упрощение административных процедур, формирование взаимного доверия и внедрение лучших практик. Необходимо готовить специалистов с кросс-культурными компетенциями, создавать инфраструктуру для технологического трансфера и поддерживать сотрудничество на государственном уровне через гранты, налоговые льготы и законодательную базу, что позволит создать благоприятные условия для инновационных проектов.

Партнерства между вузами и промышленностью представляют собой мощный двигатель инноваций и экономического роста. Несмотря на существующие вызовы и барьеры, успешные примеры по всему миру демонстрируют огромный потенциал таких коллабораций. Ключевым фактором успеха является создание благоприятной экосистемы, основанной на четких соглашениях, эффективной коммуникации, взаимном доверии и поддержке со стороны государства. Только объединив усилия и ресурсы академического сообщества и промышленного сектора, можно обеспечить устойчивое развитие инновационной экономики и достичь новых высот в науке и технологиях, способствуя процветанию общества.

## Литература

- [1] Болдырев А.Б. *Инновационное развитие организаций: теории и практики*. Москва, Научный мир, 2019, 31 с.
- [2] Григорьев Л.Ю. *Взаимодействие науки и бизнеса в России: барьеры и драйверы развития*. Санкт-Петербург, Лань, 2021, 61 с.
- [3] Дятлов С.А. *Национальная инновационная система: теория и практика*. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГЭУ, 2019.
- [4] «Сколково» *поддержит проекты по внедрению ИИ в 2023 году более чем на 900 млн рублей*. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/news/skolovo\\_podderzhit\\_proekty\\_po\\_vnedreniyu\\_ii\\_v\\_2023\\_godu\\_bole\\_chem\\_na\\_900 mln\\_rubley.html](https://www.economy.gov.ru/material/news/skolovo_podderzhit_proekty_po_vnedreniyu_ii_v_2023_godu_bole_chem_na_900 mln_rubley.html) (дата обращения 02.03.2025).
- [5] Лебедев А.И., Смирнова Т.М. *Инновации в сфере управления талантами: современный подход*. Москва, Дело, 2023, 52 с.

## The role of partnerships between universities and industry in the development of innovative projects.

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Golubkova Dar'ya Alexandrovna

gda21km046@student.bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*At a time of globalization and rapid technological progress, when competition is becoming more fierce, innovation is no longer just a desirable attribute of development and is becoming a vital element of survival and prosperity for any country and individual company. In this context, the interaction between the academic world and industry is of particular importance, acting as a catalyst for innovation processes and a program of economic growth. Partnerships between higher education institutions (HEIs) and industrial enterprises represent a strategically important link that combines advanced theoretical knowledge, fundamental research and scientific potential of universities with practical experience, production facilities and the needs of the real sector of the economy. This mutually beneficial alliance is able not only to generate breakthrough technologies and create new products, but also to form qualified personnel capable of effectively implementing innovations in practice.*

**Keywords:** innovative projects, universities, industry, competitiveness, cooperation

УДК 331

## Будущее рынка труда в условиях автоматизации и внедрения искусственного интеллекта

Квашина Вера Владимировна

kvashina@bmstu.ru

Льговский Лев Сергеевич

lgovskiyls@student.bmstu.ru

Чернов Глеб Вадимович

chernovgv1@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены последствия автоматизации и внедрения искусственного интеллекта (ИИ) для рынка труда. Проанализированы ключевые тенденции, включая рост спроса на специалистов в сфере ИИ и сокращение рабочих мест в низкоквалифицированных отраслях. Показано, что автоматизация способствует повышению производительности, снижению издержек и созданию новых профессий, но несет риски структурной безработицы и социального неравенства. Обоснована необходимость программ переподготовки кадров и государственной поддержки адаптации рынка труда. Сделаны выводы о важности сбалансированного подхода к цифровой трансформации экономики.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, автоматизация, влияние цифровизации, трансформация рынка труда

Четвертая промышленная революция привела к быстрому развитию технологий, таких как автоматизация, робототехника и искусственный интеллект (ИИ), что оказывает фундаментальное влияние на глобальную экономику. Эти технологии активно интегрируются в производственные, управленческие и сервисные процессы, способствуя повышению эффективности, снижению издержек и оптимизации бизнес-операций. В результате меняются требования к квалификации работников, а перераспределение функций между человеком и машиной стимулирует появление новых моделей организации труда.

Исследования показывают, что около 75 % потенциальной ценности генеративного ИИ сосредоточено в четырех ключевых областях: клиентских операциях, маркетинге и продажах, разработке программного обеспечения, а также в научных исследованиях и НИОКР [1]. Внедрение ИИ в эти сферы не только увеличивает операционную эффективность, но и ускоряет инновационное развитие, позволяя компаниям быстрее адаптироваться к изменениям рынка и предлагать более персонализированные решения.

Однако столь масштабные преобразования требуют от рабочей силы освоения новых навыков и компетенций. Согласно последнему докладу Всемирного экономического форума, к 2030 г. применение ИИ и автоматизация могут привести к исчезновению 92 млн рабочих мест, одновременно создавая 170 млн новых вакансий [2]. Эти данные подчеркивают необходимость переосмысления структуры занятости и адаптации кадров к новой технологиче-

ской реальности, где важно заранее определить, какие профессии окажутся под угрозой, а какие, наоборот, станут востребованными.

В последние годы искусственный интеллект и автоматизированные системы играют ключевую роль в модернизации экономики, что видно по их широкому применению в промышленности, финансах, розничной торговле, логистике и сфере услуг. Цифровые технологии существенно сокращают необходимость участия человека как в производственных процессах, так и в обслуживании клиентов. Современные исследования свидетельствуют о том, что технологии уже способны автоматизировать от 60 до 70 % рутинных операций [3], а прогнозы на 2030 г. указывают, что до 30 % текущих трудовых часов могут быть заменены автоматизированными системами [4].

Особое значение приобретает синергия генеративного ИИ с другими цифровыми решениями, которая может обеспечить прирост производительности от 0,5 до 3,4 процентных пункта [5]. Таким образом, внедрение новых технологий выступает важным двигателем экономического роста, повышая конкурентоспособность предприятий. Однако для достижения полного эффекта необходима параллельная адаптация кадров, совершенствование профессиональных навыков и развитие инфраструктуры.

На рынке труда наблюдаются существенные изменения в структуре востребованных профессий и навыков. По прогнозам, спрос на специалистов в области ИИ, работы с большими данными, финтех-инженеров и специалистов по машинному обучению может вырасти свыше 80 % [6]. Одновременно ожидается сокращение числа вакансий в традиционных профессиях: например, рабочих мест для кассиров, операторов ввода данных, а также специалистов в сферах, где раньше полагались на творческие и интеллектуальные способности, таких как графический дизайн или юридическая поддержка. Эти сдвиги отражают изменившиеся ожидания работодателей в отношении автоматизации не только рутинных, но и творческих процессов.

С точки зрения востребованных навыков, ведущую роль продолжают играть компетенции в цифровых технологиях и анализе данных, за которыми следуют знания в области кибербезопасности и технологическая грамотность. При этом растет значимость гибких компетенций, таких как креативное мышление, адаптивность, лидерские качества и умение работать в команде. Стабильным остается спрос на аналитическое и системное мышление, в то время как навыки, связанные с рутинным восприятием информации, могут утратить свою актуальность.

На российском рынке труда наблюдается рекордно низкий уровень безработицы, однако острая нехватка квалифицированных кадров остается существенной проблемой — дефицит составляет около 4,8 млн специалистов (почти 7 % всех позиций) [7]. В условиях данного дисбаланса компании все активнее обращаются к автоматизации и внедрению ИИ для восполнения кадрового дефицита. Уже примерно 43 % организаций интегрировали технологии искусственного интеллекта в свои бизнес-процессы [8]. Лидирующие отрасли по внедрению включают высшее образование, информационно-

коммуникационный сектор, банковскую сферу, медиа, розничную торговлю и топливно-энергетический комплекс.

В 2023 г. ежегодно фиксируется дефицит около 10 000 специалистов в области ИИ, и прогнозы указывают на возможное увеличение этого числа до 70 000 к 2030 г. [9]. Это свидетельствует о том, что спрос на квалифицированные кадры в области ИИ растет быстрее, чем система образования успевает адаптироваться, что требует пересмотра учебных программ и государственной поддержки. Аналогичные процессы наблюдаются и в сегменте высококвалифицированных специалистов — ученых, врачей, преподавателей и инженеров, однако благодаря цифровизации уже сегодня они могут оптимизировать свою работу, передавая рутинные задачи ИИ и сосредотачиваясь на ключевых аспектах профессиональной деятельности, требующих высокоинтеллектуальных навыков и компетенций. Эти изменения соответствуют глобальным тенденциям замещения профессий и навыков.

Несмотря на положительное влияние автоматизации на производительность, снижение издержек и создание новых отраслей, данные технологии несут и ряд рисков. Среди них — структурная безработица, необходимость масштабного переподготовки кадров и увеличение социального неравенства. Для минимизации негативных последствий необходимо реализовывать комплексные меры. Государство должно активно поддерживать образовательные инициативы, стимулировать сотрудничество между университетами и бизнесом и создавать доступные механизмы переквалификации. Работодатели, в свою очередь, обязаны инвестировать в корпоративное обучение и формировать гибкие условия труда, способствующие освоению новых компетенций.

В итоге, успешная интеграция ИИ и автоматизации станет ключевым фактором устойчивого экономического роста в России. Сбалансированный подход, сочетающий технологический прогресс с развитием человеческого капитала, позволит не только повысить конкурентоспособность страны, но и обеспечить социальную защиту работников, превращая вызовы цифровой трансформации в возможности для общественного благополучия.

## Литература

- [1] *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction> (accessed 01.04.2025).
- [2] *The future of jobs report 2025*. URL: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/digest/> (accessed 01.04.2025).
- [3] *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20economic%20potential%20of%20generative%20ai%20the%20next%20productivity%20frontier/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier.pdf?shouldIndex=false> (accessed 01.04.2025).
- [4] *A new future of work the race to deploy ai and raise skills in Europe and beyond*. URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/a-new-future-of-work-the-race-to-deploy-ai-and-raise-skills-in-europe-and-beyond> (accessed 01.04.2025).

- [5] *The economic potential of generative AI*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction> (accessed 01.04.2025).
- [6] *The Future of Jobs Report*. URL: [https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_Report\\_2025.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf) (accessed 01.04.2025).
- [7] Ахапкин Н.Ю. Российская экономика в условиях санкционных ограничений: динамика и структурные изменения. Концепция цифрового рубля. *Вестник Института экономики РАН*, 2023, № 6, с. 7–25. [https://doi.org/10.52180/2073-6487\\_2023\\_6\\_7\\_25](https://doi.org/10.52180/2073-6487_2023_6_7_25)
- [8] *Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад*. Москва, Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 2024.
- [9] *К 2030 году России понадобится 70 000 ИИ-специалистов*. URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2023/11/27/1007796-k-2030-godu-rossii-ponadobitsya-70-000-ii-spetsialistov> (дата обращения 01.04.2025).

## The future of the labor market in the context of automation and the introduction of artificial intelligence

Kvashina Vera Vladimirovna

[kvashina@bmstu.ru](mailto:kvashina@bmstu.ru)

Lgovskiy Lev Sergeevich

[lgovskiy@student.bmstu.ru](mailto:lgovskiy@student.bmstu.ru)

Chernov Gleb Vadimovich

[chernovgv1@student.bmstu.ru](mailto:chernovgv1@student.bmstu.ru)

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The consequences of automation and the introduction of artificial intelligence (AI) for the labor market are considered. Key trends are analyzed, including the growing demand for AI specialists and job cuts in low-skilled industries. It is shown that automation helps to increase productivity, reduce costs and create new professions, but carries the risks of structural unemployment and social inequality. The necessity of retraining programs and government support for labor market adaptation is substantiated. Conclusions are drawn about the importance of a balanced approach to the digital transformation of the economy.*

**Keywords:** *artificial intelligence, automation, the impact of digitalization, labor market transformation*

УДК 004.896

## Взаимодействие искусственного интеллекта и классических бизнес - моделей

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Шутка Сергей Сергеевич

shss22km187@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*В современном мире искусственный интеллект (ИИ) становится решающим фактором для бизнеса. Его интеграция в традиционные модели не только оптимизирует процессы, но и открывает новые возможности для достижения конкурентного преимущества. ИИ стимулирует инновации, улучшает клиентский опыт и повышает эффективность, обновляя проверенные временем бизнес-модели и обеспечивая адаптивность компаний в условиях перемен.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, цифровая трансформация, бизнес-модели, машинное обучение, автоматизация

**Трансформация бизнес-процессов под влиянием искусственного интеллекта.** Современная деловая среда переживает беспрецедентные изменения, вызванные стремительным проникновением технологий искусственного интеллекта во все сферы предпринимательской деятельности. Эти преобразования носят фундаментальный характер, затрагивая сами основы традиционных бизнес-моделей и подходов к управлению. В условиях цифровой экономики компании вынуждены пересматривать свои операционные стратегии, адаптируя их к новым технологическим реалиям.

Особенно ярко трансформационные процессы проявляются в сфере автоматизации бизнес-процессов. Современные системы на основе искусственного интеллекта кардинально отличаются от традиционных программных решений. Они обладают способностью к самообучению и постоянному совершенствованию, что позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям бизнес-среды. В отличие от жестко запрограммированных систем прошлого, современные ИИ-алгоритмы демонстрируют гибкость и способность к творческому решению задач.

В области клиентского обслуживания революционные изменения привнесли интеллектуальные чат-боты нового поколения. Эти системы перешли от простого шаблонного ответа на запросы к полноценному диалогу с клиентом. Современные решения способны анализировать контекст беседы, распознавать эмоциональное состояние собеседника и адаптировать стиль общения в зависимости от ситуации. Более того, они постоянно обучаются на основе новых данных, что позволяет им с каждым взаимодействием повышать качество сервиса [1].

Не менее значительные преобразования происходят в сфере бизнес-аналитики. Аналитические возможности искусственного интеллекта превосходят человеческие не только в скорости обработки информации, но и в спо-



способности выявлять сложные, неочевидные взаимосвязи в больших массивах данных. В розничной торговле, например, системы предиктивной аналитики учитывают сотни различных факторов — от макроэкономических показателей до микроклиматических условий в конкретном регионе. Такой всесторонний анализ позволяет с высокой точностью прогнозировать потребительский спрос и оптимизировать товарные запасы, минимизируя как излишки, так и дефицит продукции [2].

**Интеграция искусственного интеллекта в различные отрасли экономики.** Проникновение технологий искусственного интеллекта в различные сектора экономики происходит неравномерно, что обусловлено спецификой каждой отрасли и уровнем ее технологической готовности. Однако практически ни одна сфера деловой активности не остается в стороне от этого глобального процесса цифровой трансформации.

Финансовый сектор, традиционно являющийся лидером в области технологических инноваций, демонстрирует наиболее зрелые и эффективные примеры практического применения искусственного интеллекта. В банковской сфере нейросетевые алгоритмы совершили настоящую революцию в оценке кредитоспособности клиентов. Современные системы скоринга анализируют не только стандартные финансовые показатели, но и множество косвенных параметров, включая цифровой след клиента в интернете и его поведенческие паттерны. Такой комплексный подход позволяет принимать более обоснованные кредитные решения, минимизируя риски невозвратов.

Не менее впечатляющих результатов достигают системы обнаружения мошеннических операций, которые в режиме реального времени отслеживают и анализируют огромные потоки финансовых транзакций. Эти решения способны выявлять подозрительные схемы с высочайшей точностью, предотвращая многомиллионные убытки. В страховом секторе ИИ-алгоритмы сократили время обработки заявок с нескольких дней до минут, автоматизируя процессы верификации данных и оценки рисков.

Промышленное производство также активно внедряет когнитивные технологии для решения своих специфических задач. Системы компьютерного зрения, основанные на алгоритмах глубокого обучения, совершили прорыв в области контроля качества продукции. Эти решения способны выявлять мельчайшие дефекты и отклонения от стандартов, часто неразличимые для человеческого глаза. В автомобилестроении, например, подобные системы позволяют обнаруживать микротрещины в металлических деталях или отклонения в толщине лакокрасочного покрытия.

В сфере логистики интеллектуальные системы оптимизации маршрутов учитывают множество динамических факторов: от текущей дорожной обстановки до прогноза погоды и сезонных колебаний спроса. Это позволяет существенно сократить транспортные расходы, повысить точность доставки и улучшить общую эффективность логистических операций [3].

**Перспективы развития ИИ в бизнесе.** Будущее искусственного интеллекта в бизнесе связано с развитием когнитивных технологий нового поколения. Особый интерес представляют системы, способные к объяснимому ИИ

(ХАИ), которые не только принимают решения, но и могут аргументировать их логику. Это особенно важно для сфер, требующих прозрачности и подотчетности, таких как финансы или медицина. Другим перспективным направлением является развитие гибридных интеллектуальных систем, сочетающих сильные стороны ИИ и человеческого мышления [4].

Важным трендом становится демократизация ИИ-технологий, когда сложные инструменты становятся доступными для малого и среднего бизнеса через облачные сервисы. Это позволяет компаниям любого масштаба использовать преимущества искусственного интеллекта без необходимости создания собственных дорогостоящих ИИ-подразделений.

**Организационные и управленческие вызовы цифровой трансформации.** Несмотря на очевидные преимущества и впечатляющие результаты внедрения, процесс интеграции искусственного интеллекта в бизнес-процессы сопровождается рядом существенных организационных сложностей. Эти вызовы часто оказываются более значительными, чем чисто технологические барьеры, требуя комплексного подхода к управлению изменениями.

Одной из ключевых проблем является сопротивление персонала, вызванное естественным страхом перед возможной заменой человеческого труда алгоритмами. Особенно остро эта проблема проявляется в традиционных отраслях с устоявшейся корпоративной культурой, где сотрудники десятилетиями работали по определенным схемам и процедурам [1]. Преодоление этого сопротивления требует продуманной кадровой политики, включающей не только программы переподготовки, но и фундаментальное изменение подходов к организации труда.

Правовая неопределенность в области регулирования искусственного интеллекта создает дополнительные сложности для бизнеса. Отсутствие четких законодательных рамок особенно проблематично в таких чувствительных сферах, как обработка персональных данных, медицинская диагностика или кредитное скоринг. Многие компании вынуждены разрабатывать собственные внутренние стандарты и этические кодексы использования ИИ, пытаясь найти баланс между технологическими возможностями и социальной ответственностью.

**Заключение.** Искусственный интеллект перестал быть технологией будущего — он стал неотъемлемой частью современной бизнес-реальности. Однако его успешная интеграция требует гораздо большего, чем просто внедрение программного обеспечения. Это комплексный процесс организационной трансформации, затрагивающий бизнес-модели, корпоративную культуру и подходы к управлению. Компании, которые смогут гармонично сочетать технологические инновации с человеческим капиталом, получат значительные конкурентные преимущества в новой цифровой экономике.

## Литература

- [1] Бринолфссон Э., Макафи Э. *Машина, платформа, толпа*. Москва, Манн, Иванов и Фербер, 2018, 384 с.
- [2] Дзвенпорт Т. *Искусственный интеллект на службе бизнеса*. Санкт-Петербург, Питер, 2020, 256 с.

- [3] Шваб К. Четвертая промышленная революция. Москва, Эксмо, 2018, 320 с.  
[4] Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: a modern approach*. Pearson, 2021, 1136 p.

## The interaction of artificial intelligence and classical business models

**Pererva Olga Leonidovna**

pererva@bmstu.ru

**Shutka Sergey Sergeevich**

shss22km187@student.bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*In today's world, artificial intelligence (AI) is becoming a crucial factor for business. Its integration into traditional models not only optimizes processes, but also opens up new opportunities to achieve a competitive advantage. AI drives innovation, improves customer experience, and enhances efficiency by updating time-tested business models and ensuring companies are adaptable to change.*

**Keywords:** *artificial intelligence, digital transformation, business models, machine learning, automation*

УДК 332.1(075.8)

## Конкурентоспособность предприятий в условиях глобализации: социально - экономические вызовы и возможности

Козина Ксения Владимировна

kozinakv@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Конкурентоспособность предприятий в условиях глобализации становится ключевым фактором их выживания и развития в условиях стремительных изменений на мировом рынке. Рассмотрены основные социально-экономические вызовы и возможности, с которыми сталкиваются компании в эпоху глобализации. Проанализированы важнейшие аспекты, такие как адаптация к международным стандартам, управление рисками, а также внедрение инновационных стратегий. Обсуждаются также пути создания устойчивых конкурентных преимуществ, позволяющих предприятиям успешно адаптироваться к меняющимся условиям глобальной экономики.*

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, глобализация, социально-экономические вызовы, стратегии, инновации, управление ресурсами

Конкурентоспособность предприятий в условиях глобализации представляет собой ключевую и актуальную тему, требующую тщательного анализа в контексте современных социально-экономических вызовов и возможностей. Глобализация, как феномен, охватывает не только экономические, но и культурные, политические и технологические аспекты, что делает ее изучение многогранным [1]. В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на конкурентоспособность организаций, основные трудности, с которыми они сталкиваются в условиях глобализации, а также стратегии, которые могут быть применены для повышения эффективности и устойчивости бизнеса.

С начала XXI века глобализация становится все более очевидным явлением, оказывающим влияние на различные аспекты деловой активности [2]. В условиях открытых рынков и растущей международной торговли компании сталкиваются с увеличением конкуренции, что требует от них внедрения инновационных решений и адаптации к новым условиям. Например, доступ к глобальным рынкам позволяет компаниям не только расширять свои продажи, но и получать доступ к передовым технологиям и современным практикам управления. Глобализация создает как вызовы, так и возможности для компаний, открывая доступ к новым рынкам, ресурсам и технологиям.

Одним из основных факторов конкурентоспособности является способность к инновациям. Компании, которые умеют оперативно адаптироваться к изменениям на рынке и внедрять новые технологии, имеют больше шансов на успех [3]. Например, внедрение цифровых технологий и автоматизация процессов становятся важными инструментами для повышения эффективности и конкурентоспособности. Инновации могут касаться как продуктов, так

и производственных процессов, что позволяет снизить затраты и повысить качество товаров. Дополнительно способность анализировать и использовать большие данные может предоставить компаниям значительное преимущество на рынке, позволяя им лучше понимать потребительские предпочтения и оптимизировать свои предложения.

Тем не менее, глобализация также приносит серьезные вызовы. Увеличение конкуренции со стороны международных компаний, изменение потребительских предпочтений и экономические кризисы могут негативно сказаться на деятельности отечественных предприятий. Для преодоления этих вызовов необходимо проводить глубокий анализ рынка и разрабатывать гибкие стратегии, которые позволят быстро реагировать на изменения. Важно применять стратегическое планирование и разрабатывать новые бизнес-модели, которые отвечают меняющимся условиям рынка и требованиям клиентов [4].

Социальные аспекты играют важную роль в конкурентоспособности. Компании, уделяющие внимание социальной ответственности, устойчивому развитию и экологии, могут не только укрепить свою репутацию, но и привлечь новых клиентов. В условиях глобализации потребители все более осознанно подходят к выбору товаров и услуг, отдавая предпочтение тем, кто соблюдает этические нормы и заботится об окружающей среде. Стремление к прозрачности и ответственности становится важным фактором в формировании доверия к бренду, что, в свою очередь, способно повысить лояльность клиентов и долгосрочную прибыльность.

Ключевым аспектом для повышения конкурентоспособности является развитие человеческого капитала. Компании, которые инвестируют в обучение и развитие своих сотрудников, получают значительное преимущество [5]. Высококвалифицированные кадры способны генерировать идеи и внедрять инновации, что способствует укреплению позиций на рынке. Создание благоприятной корпоративной культуры, поддерживающей рост и развитие талантов, также способствует повышению конкурентоспособности. Важно отметить, что успешные предприятия активно работают над созданием условий для повышения вовлеченности и мотивации сотрудников, что напрямую влияет на продуктивность и результативность.

Таким образом, конкурентоспособность предприятий в условиях глобализации определяется их способностью к адаптации и внедрению инновационных решений, а также уровнем социальной ответственности и инвестициями в человеческий капитал. Следует отметить, что успешные компании не только преодолевают вызовы, но и используют возможности, которые предоставляет глобализация. Важно, чтобы предприятия фокусировались на долгосрочных стратегиях развития, что позволит им не только выжить, но и процветать в условиях изменяющегося мирового рынка. Настойчивость в поиске инновационных подходов, внимание к социально-экологическим вопросам и развитие человеческого потенциала станут ключевыми факторами успеха в будущем. В условиях быстро меняющегося мира организации, способные к быстрой адаптации и которые активно работают над своими конкурентны-

ми преимуществами, будут иметь наибольшие шансы на успех и устойчивое развитие.

## Литература

- [1] Фатхутдинов Р.А. *Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент*. Москва, Маркетинг, 2002, 886 с.
- [2] Лифиц И.М. *Конкурентоспособность товаров и услуг*. Москва, Юрайт-М, 2001, 360 с.
- [3] Рябоконь В.П., Кузубов А.А. Управление конкурентоспособностью агропромышленных предприятий. *Экономика АПК*, 2015, № 7, с. 85–93.
- [4] Юданов А.Ю. *Конкуренция: теория и практика*. Москва, Гном-Пресс, 1998, 384 с.
- [5] Портер М.Э. *Стратегия конкуренции*. Киев, Основы, 1998, 390 с.

## Competitiveness of enterprises in the context of globalization: socio-economic challenges and opportunities

Kozina Ksenia Vladimirovna

kozinakv@student.bmstu.ru

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The competitiveness of enterprises in the context of globalization becomes a key factor in their survival and development in the context of rapid changes in the world market. This article examines the main socio-economic challenges and opportunities faced by companies in the era of globalization. The most important aspects are analyzed, such as adaptation to international standards, risk management, as well as the implementation of innovative strategies. Ways to create sustainable competitive advantages that allow enterprises to successfully adapt to the changing conditions of the global economy are also discussed.*

**Keywords:** competitiveness, globalization, socio-economic challenges, strategies, innovations, resource management

УДК 658.51

## Влияние цифровых двойников на оптимизацию производственных процессов в машиностроении

Иконникова Ирина Викторовна

iv\_ikonnikova@bmstu.ru

Васильева Карина Алексеевна

vasilevaka@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние цифровых двойников на оптимизацию производственных процессов в машиностроении. Проанализировано применение цифровых двойников в различных отраслях машиностроения, таких как автомобилестроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, робототехника, а также описаны их преимущества и недостатки. Предложены пути решения проблем, связанных с внедрением цифровых двойников. Сделаны выводы об оптимизации производственных процессов в машиностроительном секторе, позволяющие повысить эффективность, снизить затраты и улучшить качество продукции, выпускаемой на предприятии.*

**Ключевые слова:** цифровые двойники, индустрия 4.0, предприятие, машиностроение, оптимизация производственных процессов

В современном мире отрасли машиностроения сталкиваются с рядом проблем и вызовов, такими как конкуренция на рынке, потребность во внедрении новых технологий, оптимизации производственных процессов и скорейший выход новых продуктов на рынок.

Для того чтобы решить имеющиеся проблемы и повысить конкурентоспособность предприятий, в 2003 г. М. Гривсом была предложена концепция цифровых двойников, представляющая собой инновационную технологию, которая обязалась изменить вид машиностроения.

Цифровые двойники (Digital Twins) — это виртуальные копии реальных объектов или процессов, которые позволяют моделировать, отслеживать и прогнозировать их поведение в реальном времени [1]. В эпоху индустрии 4.0, когда производство становится более интеллектуальным и интегрированным, цифровые двойники играют ключевую роль в совершенствовании производства предприятий. Концепция цифрового двойника представлена на рисунке.



Концепция цифрового двойника

По рисунку можно сделать вывод, что цифровые двойники предоставляют информацию о текущем состоянии оборудования, процессах и прогнозах позволяя оперативно вмешиваться в случае возникновения отклонений от норм, снижая потери времени и ресурсов.

Они создаются с помощью таких технологий, как Интернета вещей (IoT), датчиков и оборудования для мониторинга [2]. Эти технологии помогают собирать данные и отправлять их в виртуальную среду, где уже создается точная модель реального объекта. В результате чего получаем уникальный инструмент, позволяющий проводить разного рода эксперименты, анализировать работу объектов и показывать, как он поведет себя в будущем.

Цифровые двойники активно применяются для моделирования и оптимизации процессов в производственных системах предприятий.

Производство стало первой областью, где внедрили концепцию цифрового двойника, и теперь она является неотъемлемой частью производственного процесса в машиностроении [3].

Основной причиной было то, что производители всегда ищут способы отслеживать и контролировать производственные процессы, пытаясь снизить время и затраты на производство продукции, что, конечно, является главным фактором каждого предприятия [4].

Особенностью цифровых двойников является способность к моделированию поведения объектов, тестирование различных их характеристик, а также способность проверять, каким образом они будут развиваться в разных условиях эксплуатации, что, в свою очередь, влияет не только на ускоренный процесс разработки, но и снижают затраты на создание прототипов и проведение экспериментов.

Кроме того, в долгосрочной перспективе цифровые двойники помогают предприятиям более точно прогнозировать будущее состояние производственных процессов, оценивать риски и разрабатывать стратегии управления производством [5].

Оптимизация производственных процессов очень важна для каждой отрасли машиностроения, и цифровые двойники играют в этом главную роль.

Рассмотрим преимущества и недостатки влияния цифровых двойников на оптимизацию производственных процессов в отраслях машиностроения, представленные в таблице.

По таблице видно, что одной из наиболее частых и существенных проблем является сложность интеграции цифровых двойников с существующими производственными системами. Это связано с тем, что машиностроительные предприятия имеют сложную IT-инфраструктуру, включающую в себя различные системы управления производством (MES), планирования ресурсов предприятия (ERP), автоматизированного проектирования (CAD) и др.

Пути решения этой проблемы:

– разработка и внедрение единых стандартов для обмена данными между различными системами, а также использование открытых интерфейсов (API) для упрощения интеграции;



– внедрение цифровых двойников поэтапно, начиная с наиболее критичных участков производства, и постепенное расширение их применения на другие области;

– проведение обучения персонала по работе с интегрированными системами, чтобы обеспечить их эффективное использование.

**Преимущества и недостатки влияния цифровых двойников  
в отраслях машиностроения**

Отрасль	Преимущества	Недостатки
Автомобилестроение	Сокращение времени разработки новых моделей; Повышение эффективности сборочных линий; Снижение затрат на обслуживание оборудования	Сложность моделирования динамических процессов; Высокие требования к точности данных для симуляции; Затраты на интеграцию с существующими системами
Авиастроение	Снижение затрат на топливо; Увеличение срока службы компонентов; Оптимизация обслуживания	Сложность моделирования композитных материалов; Высокие требования к вычислительным ресурсам; Сложность интеграции с системами логистики
Судостроение	Снижение сопротивления воды и расхода топлива; Повышение грузоподъемности судов; Оптимизация логистики в портах	Сложность моделирования сварки корпусов; Высокие требования к точности данных для монтажа оборудования; Сложность моделирования погрузочно-разгрузочных операций
Станкостроение	Повышение точности обработки деталей; Сокращение времени обработки; Снижение затрат на ремонт и обслуживание; Улучшение квалификации персонала	Сложность моделирования процессов обработки на станках с ЧПУ; Высокие требования к точности данных для роботизированных комплексов; Сложность моделирования наладки станков
Робототехника	Повышение производительности роботов; Сокращение времени на программирование	Сложность моделирования взаимодействия роботов; Сложность моделирования взаимодействия роботов

Что касается преимуществ использования цифровых двойников в машиностроении, то они позволяют повысить эффективность производства, снизить затраты и улучшить качество продукции, что, конечно же, напрямую влияет на оптимизацию производственных процессов.

В заключении можно сказать, что внедрение цифровых двойников в машиностроительные отрасли представляет собой значительный шаг вперед в оптимизацию производственных процессов. Эта технология, основанная на создании виртуальных моделей физических объектов, позволяет предприятиям не только повысить эффективность и снизить затраты, но и значительно улучшить качество продукции.

Цифровые двойники являются важным элементом в стратегии цифровой трансформации наукоемких предприятий. Интеграция цифровых моделей в систему управления предприятием позволит повысить прозрачность всех процессов, улучшить управление цепочками поставок и производственными циклами, а также ускорить принятие стратегических решений.

Цифровые двойники открывают новые возможности для машиностроительных предприятий, позволяя им стать более конкурентоспособными и адаптивными к изменениям рынка.

## Литература

- [1] Имамов С.Ш. Основы управления в технических системах. *Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и тенденции развития. Междунар. науч.-практ. конф.: матер.* Стерлитамак, АМИ, 2024, ч. 2, с. 66–68.
- [2] Сосфенов Д.А. Цифровой двойник как инструмент оптимизации производственных процессов. *Инновации и инвестиции*, 2023, № 5, с. 149–153.
- [3] Митрофанов Д.Ю., Перерва О.Л. Оптимизация производственных процессов с использованием цифровых двойников. *Экономика и предпринимательство*, 2023, № 9 (158), с. 884–888.
- [4] Голиницкий П.В., Антонова У.Ю., Гринченко Л.А., Видникевич С.Ю. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса. *Компетентность*, 2023, № 5, с. 32–37.
- [5] Ткаченко Н.В. Цифровой двойник производственной системы машиностроительного предприятия. *Тенденции развития науки и образования*, 2023, № 98–11, с. 188–193.

## The influence of digital twins on the optimization of production processes in mechanical engineering

Ikonnikova Irina Viktorovna

iv\_ikonnikova@bmstu.ru

Vasilyeva Karina Alekseevna

vasilevaka@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The influence of digital twins on the optimization of production processes in mechanical engineering is considered. The application of digital twins in various branches of mechanical engineering, such as automotive, aircraft, shipbuilding, machine tool manufacturing and robotics, is analyzed. Its advantages and disadvantages are described. The ways of solving the problems associated with its implementation are proposed. The conclusion is made about the optimization of production processes in mechanical engineering, which makes it possible to increase efficiency, reduce costs and improve product quality.*

**Keywords:** digital twins, industry 4.0, enterprise, mechanical engineering, optimization of production processes

УДК 658.3.07

## Влияние возрастной структуры на производительность труда предприятий

Иконникова Ирина Викторовна

iv\_ikonnikova@bmstu.ru

Васешенков Дмитрий Владимирович

vaseshenkovdv@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние возрастной структуры персонала на производительность труда предприятий. Проанализированы теоретические аспекты формирования кадрового состава, особенности мотивации сотрудников различных возрастных групп и роль демографических изменений в развитии отрасли. Представлен сравнительный анализ двух предприятий, использующих преимущественно молодых или возрастных специалистов, что позволило сделать выводы о влиянии возрастного состава на их эффективность и возможности роста. Основные выводы подтверждают необходимость корректировки кадровой политики с целью адаптации к демографическим изменениям и повышению конкурентоспособности предприятия.*

**Ключевые слова:** кадры, безработица, кадровая структура, конкурентоспособность

Проблема формирования эффективной кадровой структуры остается одной из приоритетных задач в условиях современной экономики, особенно в машиностроительной отрасли. Демографические изменения, старение населения и отток молодых специалистов создают новые вызовы для предприятий. Изучение влияния возрастного состава персонала на производительность труда позволяет не только выявить существующие проблемы, но и предложить пути их решения посредством оптимизации управленческих решений в области кадровой политики. Целью данной работы является анализ взаимосвязи между возрастной структурой работников и эффективностью производства, а также оценка влияния старения кадров на показатели безработицы среди молодежи.

Молодые специалисты, обладающие высокой обучаемостью и гибкостью, зачастую демонстрируют высокую динамику в освоении новых технологий. Однако недостаток практического опыта может снижать их эффективность в сложных производственных процессах [1]. В противоположность этому, старшие сотрудники, чей накопленный опыт и устойчивость помогает им лучше справляться в решении нестандартных задач, но их адаптация к новым технологическим изменениям может протекать медленнее. Также мотивация сотрудников различного возраста определяется различными факторами. Для молодых работников важную роль играют возможности карьерного роста, обучение и инновационное развитие, тогда как для сотрудников старшего возраста — стабильность, социальное признание и условия труда [2]. Балансировка этих мотивационных факторов становится ключевым моментом при формировании эффективной системы управления человеческими ресурсами.

Говоря о старении кадров в совокупности с миграционными процессами это приводит к изменению структуры трудовых ресурсов. Рост числа работников

старшего возраста может способствовать стабильности на предприятии, ведь они менее склонны к частой смене работы, но пропорционально этому происходит отток молодых специалистов, что негативно сказывается на инновационном потенциале [3]. Эта проблема особенно актуальна для машиностроительного сектора, где высокая степень автоматизации и технологическая сложность требуют постоянного обновления профессиональных навыков и знаний.

### Уровень безработицы молодежи

Год	Уровень безработицы среди молодежи (15–29 лет), %
2019	6,8
2020	10,7
2021	8,5
2022	8,5
2023	5,1

На основе данных таблицы, отражающих динамику уровня безработицы среди молодежи за последние годы, можно выделить несколько ключевых факторов.

1. Старение кадров — постепенное увеличение доли работников старшего возраста на предприятиях, что снижает возможность для трудоустройства молодых специалистов.

2. Низкая мобильность молодых специалистов — из-за отсутствия достаточного опыта и жестких требований к квалификации, молодые специалисты сталкиваются с трудностями при поиске работы, что усугубляется конкуренцией с опытными работниками.

3. Отсутствие эффективных программ переквалификации — недостаток программ повышения квалификации и поддержки молодых специалистов способствует снижению их конкурентоспособности на рынке труда [4].

Проведем сравнительный анализ двух предприятий, различающихся по возрастному составу работников.

1. Корпорация NOKIA. Здесь доминируют работники старшего возраста, обладающие значительным опытом и устойчивыми навыками в управлении производственными процессами. Стабильность и системность в выполнении технологических операций положительно сказывались на производительности труда при производстве. Однако, несмотря на это, наблюдается замедленное внедрения инновационных процессов, что негативно повлияло на долгосрочную конкурентоспособность предприятия и вскоре оно покинуло рынок мобильной техники.

2. Корпорация Google. На этом предприятии преобладают молодые специалисты. Наблюдается высокий уровень инновационного потенциала и стремление к освоению новых технологий. Анализ финансовых результатов показал положительную динамику производительности, что связано с быстрым освоением новых технологий и методов производства.

Сравнительный анализ выявил, что корпорация Nokia демонстрирует более стабильные, но менее динамичные показатели, что привело к ликвидации предприятия с рынка, тогда как предприятие Google характеризуется высокими и положительными финансовыми результатами, благодаря своей кадровой политике, что обуславливает их стремительный темп роста на рынке с 1,41 % в 2020 г. до 12,9 % в текущее время.

Проведенное исследование позволило установить, что возрастная структура персонала оказывает значительное влияние на производительность труда предприятий. Старение кадров приводит к снижению возможностей для трудоустройства молодых специалистов, что, в свою очередь, влияет на динамику инновационного развития и общую конкурентоспособность предприятий. Сравнительный анализ двух предприятий показал, что молодые кадры способствуют внедрению новшеств, но требуют дополнительных мер по обучению и адаптации, в то время как опытные работники обеспечивают стабильность производственных процессов. В условиях демографических изменений рекомендуется разработка сбалансированной кадровой политики, которая включает привлечение молодых специалистов, повышение квалификации старших работников и оптимизацию организационных процессов для достижения высокого уровня производительности труда.

## Литература

- [1] Леднева С.А., Шичкин И.А. Молодые специалисты как креативный потенциал организации. *Инновации и инвестиции*, 2020, № 12, с. 99–104.
- [2] Майер Е.В. Риски использования работников старшего возраста в организации. *Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России*, 2017, т. 6, № 4, с. 75–80.
- [3] Масилова М.Г. Старение персонала как кадровая проблема на предприятиях угольной промышленности. *АНИ: экономика и управление*, 2019, т. 8, № 2 (27), с. 251–254.
- [4] Саубанова Л.В. Старение персонала как одна из основных проблем промышленных предприятий России. *Актуальные проблемы экономики и права*, 2008, № 2 (6), с. 30–34.

## Impact of age structure on labor productivity of enterprises

Ikonnikova Irina Viktorovna

iv\_ikonnikova@bmstu.ru

Vaseshenkov Dmitry Vladimirovich

vaseshenkovdv@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article examines the impact of the age structure of personnel on the labor productivity of enterprises. It analyzes the theoretical aspects of personnel composition formation, the specifics of employee motivation across different age groups, and the role of demographic changes in industry development. A comparative analysis of two enterprises, one employing predominantly young specialists and the other predominantly older specialists, is presented, allowing conclusions to be drawn about the influence of age composition on their efficiency and growth potential. The main conclusions confirm the need to adjust personnel policies to adapt to demographic changes and enhance the enterprise's competitiveness.*

**Keywords:** personnel, unemployment, personnel structure, competitiveness

УДК 378.1

## Роль университетов в подготовке кадров для инновационной деятельности на предприятии

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Ермакова Екатерина Александровна

eea22km055@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена роль университетов в подготовке кадров для инновационной деятельности на предприятии. Основное внимание уделено функциям университетов, видам эффективности подготовки кадров и взаимодействию с предприятиями. Проанализировано влияние университетского образования на развитие инновационных технологий и повышение конкурентоспособности предприятий. Сделаны выводы, что университеты играют критически важную роль в формировании инновационной среды. Также высшие учебные заведения способствуют не только подготовке высококвалифицированных специалистов, но и созданию новых знаний и технологий.*

**Ключевые слова:** университет, подготовка кадров, инновации, взаимодействие с предприятиями, эффективность образования

В современных условиях конкурентной экономики предприятия вынуждены активно внедрять инновации, чтобы оставаться на лидирующих позициях в своей отрасли. Для успешного развития инновационной деятельности необходимы квалифицированные специалисты, обладающие знаниями в области современных технологий, методов научных исследований и управления инновациями.

Университеты, являясь центрами образования и научных разработок, играют ключевую роль в подготовке таких кадров.

Подготовка специалистов для инновационной деятельности требует не только передачи теоретических знаний, но и формирования практических навыков, умения анализировать технологические тренды и работать в междисциплинарной среде. В данной статье рассматриваются основные функции университетов в подготовке кадров, виды эффективности образовательного процесса и механизмы взаимодействия университетов с предприятиями [1].

Функции университетов в подготовке кадров.

В подготовке кадров для инновационной деятельности университеты выполняют ряд важнейших функций.

**1. Образовательная функция.** Образовательный процесс в университетах направлен на формирование у студентов знаний, необходимых для разработки и внедрения инновационных решений. Обучение включает фундаментальную теоретическую подготовку, практическую работу в лабораториях, освоение методов научных исследований и аналитики. Это позволит студентам не только углубить свои знания в выбранной области, но и развить критическое мышление, навыки решения проблем и способность к самостоятельному обучению.

Современные образовательные программы адаптируются под актуальные потребности рынка и технологические тенденции. Разрабатываются новые дисциплины, связанные с цифровыми технологиями, искусственным интеллектом, биотехнологиями, инженерными инновациями и управлением стартапами. Внедряются междисциплинарные курсы, позволяющие студентам осваивать комплексный подход к решению научно-технических задач [2].

**2. Научно-исследовательская функция.** Университеты выступают не только в качестве образовательных учреждений, но и как центры научных исследований. На базе университетов создаются научные лаборатории, инновационные кластеры и технопарки, где студенты и молодые ученые могут разрабатывать новые технологии, тестировать прототипы и проводить эксперименты. Это предоставляет им шанс не только углубить свои знания, но и активно участвовать в процессе создания инноваций, что в конечном итоге способствует развитию науки и технологий, а также улучшению конкурентоспособности страны на международной арене.

Исследовательская деятельность способствует развитию научного потенциала студентов и формированию у них навыков критического мышления и проектной работы. Участие в научных проектах, конференциях и конкурсах позволяет будущим специалистам на практике применять полученные знания, взаимодействовать с представителями бизнеса и интегрироваться в профессиональное сообщество [3].

**3. Информационная функция.** Современные университеты играют ключевую роль в распространении научных знаний и аналитической информации. Студенты получают доступ к крупнейшим международным базам данных, научным журналам, патентным бюро и статистическим исследованиям. Навыки работы с информацией и аналитическими инструментами позволяют будущим специалистам оценивать перспективность новых технологий, прогнозировать их развитие и адаптировать к потребностям предприятий. Освоение методов анализа больших данных, машинного обучения и прогнозирования рыночных тенденций становится неотъемлемой частью подготовки кадров для инновационной деятельности [4].

**4. Коммуникативная функция.** Университеты выступают связующим звеном между научным сообществом, бизнесом и государством. Развитие партнерских отношений с предприятиями, исследовательскими центрами и международными организациями способствует интеграции студентов в профессиональную среду. Для этого создаются специализированные образовательные программы, организуются конференции, форумы, стажировки, хакатоны и деловые игры. Важную роль играет участие студентов в совместных проектах с промышленными предприятиями, что позволяет им получить практический опыт и познакомиться с реальными задачами, стоящими перед бизнесом [5].

Таким образом, партнерские отношения между университетами, бизнесом и государством не только способствуют интеграции студентов в профессиональную среду, но и становятся основой для оценки различных видов эффективности университетского образования в инновационной сфере.

**Виды эффективности университетского образования в инновационной сфере.** Эффективность подготовки кадров для инновационной деятельности можно рассмотреть в нескольких аспектах.

**1. Экономическая эффективность.** Экономическая выгода от подготовки высококвалифицированных кадров заключается в снижении затрат предприятий на дополнительное обучение и адаптацию сотрудников. Выпускники, обладающие практическими знаниями, быстрее встраиваются в производственные процессы, повышая эффективность работы компании.

Кроме того, университеты способствуют развитию стартапов и малых инновационных предприятий. Молодые специалисты, имеющие доступ к научной базе и ресурсам университетов, могут создавать собственные компании, внедряя новые технологии в производство и экономику. Это позволит не только стимулировать экономический рост, но и создавать новые рабочие места.

**2. Техническая эффективность.** Подготовка кадров в университетах направлена на развитие компетенций в области научных исследований, конструирования и технологического проектирования. В процессе обучения студенты осваивают современные программные и аппаратные решения, получают доступ к инновационному оборудованию и приобретают навыки работы в высокотехнологичной среде.

Высокий уровень технической подготовки позволяет выпускникам вносить вклад в разработку новых продуктов, оптимизацию производственных процессов и внедрение цифровых технологий на предприятии. Это приведет к повышению эффективности работы компаний, снижению затрат и улучшению качества продукции.

**3. Социальная эффективность.** Развитие инновационной деятельности оказывает положительное влияние на общество, создавая новые рабочие места, повышая уровень жизни и улучшая качество труда. Университеты формируют профессиональные сообщества, где специалисты могут обмениваться знаниями, развивать свои компетенции и реализовывать научные идеи.

Кроме того, образовательные программы направлены на развитие предпринимательских навыков и лидерских качеств у студентов, что способствует формированию новых поколений инноваторов и управленцев [6].

**Взаимодействие университетов и предприятий.** Для повышения эффективности подготовки кадров университеты активно сотрудничают с предприятиями. Основные формы взаимодействия включают:

- совместные научные исследования — проведение опытно-конструкторских работ, тестирование технологий и реализация инновационных проектов;
- интеграция бизнеса в образовательный процесс — участие представителей предприятий в разработке учебных программ, проведение мастер-классов и лекций;
- инкубаторы и акселераторы стартапов — поддержка студенческих инициатив, финансирование перспективных разработок и развитие предпринимательства.



Такое сотрудничество позволяет предприятиям получать подготовленные кадры, а студентам — реальный опыт работы в инновационной среде [7].

Таким образом, университеты играют важнейшую роль в подготовке кадров для инновационной деятельности на предприятии. Они обеспечивают фундаментальные знания, развивают научно-исследовательские и аналитические навыки, способствуют интеграции студентов в профессиональное сообщество и формированию новых направлений в науке и бизнесе.

Эффективное взаимодействие университетов с предприятиями позволяет создать систему подготовки кадров, которая отвечает требованиям современной экономики и способствует внедрению инноваций в производство и промышленность. Это, в свою очередь, создает устойчивую основу для экономического роста и конкурентоспособности на глобальном уровне.

## Литература

- [1] Никитина С.А., Тихонов Д.А. Формирование инновационного мышления у студентов: роль проектной деятельности. *Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование*, 2023, № 1, с. 123–135.
- [2] Беляев М.К., Сидорова Е.И. Взаимодействие университетов и предприятий: новые формы и механизмы. *Университетское управление: практика и анализ*, 2022, т. 26, № 2, с. 112–125.
- [3] Васильева О.Н., Смирнов А.П. Подготовка кадров для инновационной деятельности: компетенции будущего. *Высшее образование в России*, 2023, т. 32, № 1, с. 45–55.
- [4] Иванова И.П., Кузнецов С.А. Роль предпринимательских университетов в развитии региональных инновационных экосистем. *Инновационная экономика и общество*, 2020, № 4, с. 87–98.
- [5] Козлов В.В., Морозова А.С. Цифровые технологии в образовании: новые возможности для подготовки инновационных кадров. *Современное образование*, 2021, № 2, с. 67–78.
- [6] Лебедев П.А., Попов Р.С. Модели взаимодействия университетов и промышленных предприятий в подготовке инновационных кадров. *Наука и инновации*, 2022, т. 18, № 3, с. 34–47.
- [7] Андреева Т.В., Петрова М.А. Трансформация роли университетов в условиях цифровой экономики: новые модели и вызовы. *Инновации*, 2021, № 3, с. 56–64.

## The role of universities in training personnel for innovative activity at enterprises

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Ermakova Ekaterina Aleksandrovna

eea22km055@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article examines the role of universities in training personnel for innovative activity at enterprises. The main attention is paid to the functions of universities, types of training efficiency and interaction with enterprises. The influence of university education on the development of innovative technologies and increasing the competitiveness of enterprises is analyzed.*

**Keywords:** university, training, innovation, interaction with enterprises, education efficiency

УДК 338.1

## Развитие инновационной экономики нового технологического уклада

Сагалаков Александр Дмитриевич

sad22km146@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена исследованию развития инновационной экономики нового технологического уклада. Рассмотрены ключевые факторы, определяющие переход к новым технологическим парадигмам. Проанализированы основные направления инновационной деятельности, способствующие формированию конкурентоспособной экономики, и выявлены перспективные отрасли нового технологического уклада. Актуальность темы обусловлена необходимостью формирования устойчивой модели экономического роста, основанной на инновациях и технологическом прогрессе, в условиях глобальной конкуренции и цифровой трансформации.*

**Ключевые слова:** инновации, инновационная экономика, технологический уклад, цифровые технологии, экономическое развитие

Современный мир переживает период глубоких технологических трансформаций, обусловленных наступлением нового технологического уклада (НТУ). Этот процесс несет в себе как серьезные вызовы, так и беспрецедентные возможности для национальных экономик. НТУ радикально меняет структуру производства, характер труда и способы потребления, определяя новые правила игры в глобальной конкуренции. Успех государств в этой конкуренции во многом зависит от их способности генерировать, адаптировать и коммерциализировать новые технологии, а также адаптироваться к новым условиям [1].

Для понимания особенностей современной инновационной экономики необходимо рассмотреть эволюцию технологических укладов. Целью данной работы является анализ понятий «технологический уклад» и «инновационная экономика». Технологический уклад (ТУ) — это совокупность технологически сопряженных производств, характеризующихся единым уровнем развития и распространения ключевых технологий. Каждый ТУ доминирует в экономике определенный период времени, определяя ее структуру и динамику развития. Смена ТУ происходит в результате технологических революций, приводящих к появлению новых ключевых технологий и изменению структуры экономики. Эволюция ТУ подчиняется определенным закономерностям, характеризующимся фазами роста, зрелости и упадка. В истории развития экономики выделяют несколько технологических укладов: первый ТУ (текстильная промышленность и механизация), второй ТУ (паровая энергия и железнодорожный транспорт), третий ТУ (электроэнергия и химическая промышленность), четвертый ТУ (автомобильная промышленность и нефтехимия), пятый ТУ (информационные технологии и микроэлектроника).

Современный шестой технологический уклад, а также зарождающийся седьмой, характеризуются рядом ключевых технологий, определяющих их структуру и динамику развития. К ним относятся: нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии, когнитивные технологии, робототехника, аддитивные технологии и возобновляемые источники энергии. Для седьмого технологического уклада характерны конвергентные технологии NBIC — нано-, био-, инфо- и когно- технологии. Отраслями-лидерами в рамках этих технологических укладов являются: информационные технологии и телекоммуникации, биотехнологии и фармацевтика, наноиндустрия, робототехника, энергетика, а также сектор услуг, основанный на использовании информационных технологий [2].

Переход к новому технологическому укладу сопряжен с рядом рисков и возможностей. К рискам относятся: отставание от технологического прогресса, утрата конкурентоспособности, рост безработицы в связи с автоматизацией, усиление социального неравенства, угрозы кибербезопасности и негативное воздействие на окружающую среду. Возможности, которые открывает НТУ, включают: повышение экономической эффективности (например, за счет автоматизации и роботизации производства), создание новых рабочих мест (в сфере разработки и обслуживания новых технологий), улучшение качества жизни (за счет развития персонализированной медицины и новых образовательных технологий), решение глобальных проблем (изменение климата, нехватка ресурсов, здравоохранение) и обеспечение устойчивого развития. Успешное преодоление рисков и реализация возможностей, связанных с переходом к НТУ, требует от государств разработки и реализации эффективных стратегий инновационного развития, инвестиций в науку и образование, а также создание благоприятной институциональной среды [3].

Далее рассмотрим понятие инновационной экономики — (научные организации, университеты, технопарки, поддерживающие инновационную деятельность), финансированием инноваций (государственное, венчурное, банковские кредиты, обеспечивающие ресурсами для НИОКР), кадровым потенциалом (ученые, инженеры, предприниматели, обладающие знаниями и навыками для инновационной деятельности), институциональной средой (законодательство, защита интеллектуальной собственности, снижающие барьеры и стимулирующие инвестиции) и инновационной культурой (предпринимательский дух, открытость к новым знаниям, ценность инноваций).

Инновационная экономика выполняет ряд важных функций, в том числе создание новых рынков, продуктов и услуг, соответствующих новому технологическому укладу (НТУ). Именно инновации приводят к появлению ключевых технологий, формирующих основу нового уклада, а также способствуют совершенствованию существующих технологий, повышая их эффективность и снижая затраты.

Влияние инноваций на ключевые технологии НТУ проявляется в фундаментальных научных исследованиях, прикладных разработках, опытно-конструкторских работах и коммерциализации.

Новый технологический уклад, в свою очередь, оказывает существенное влияние на инновационную экономику, предъявляя требования к ее большей гибкости и адаптивности, способности быстро реагировать на изменения и осваивать новые решения [4].

Успешное развитие инновационной экономики в условиях нового технологического уклада (НТУ) зависит от комплексного взаимодействия различных факторов. Ключевыми из них являются: человеческий капитал, институциональная среда, инновационная инфраструктура и международное сотрудничество.

Человеческий капитал лежит в основе экономики инноваций. Его значимость возрастает в среде НТУ, где требуются высокая квалификация, креативность и адаптивность. Образование должно готовить специалистов с необходимыми знаниями и компетенциями (STEM), развивать междисциплинарные навыки и обеспечивать переподготовку. Привлекательные условия труда наряду с поддержкой молодых ученых и предпринимателей имеют решающее значение для привлечения и удержания талантов. НТУ предполагает креативность, инновационное мышление, цифровую грамотность, предпринимательство и коммуникативные навыки. Конкурентоспособность страны во многом определяется инвестициями в человеческий капитал (Всемирный экономический форум, McKinsey).

Институциональная среда создает рамки, в которых функционирует инновационная экономика. Эффективная институциональная среда способствует развитию инноваций, снижает транзакционные издержки и привлекает инвестиции. Необходимо создавать благоприятный инвестиционный климат, обеспечивать защиту прав собственности, прозрачность и предсказуемость регулирования, а также предоставлять налоговые льготы и стимулы. Эффективная защита интеллектуальной собственности стимулирует инновации, обеспечивая компаниям возможность получать прибыль от своих разработок. Совершенствование патентной системы и эффективная борьба с пиратством и контрафактом являются важными задачами. Конкуренция стимулирует инновации, заставляя компании постоянно улучшать свои продукты и услуги. Важно обеспечивать либерализацию рынков и антимонопольное регулирование. Государство должно создавать благоприятные условия для инновационной деятельности, упрощая регулирование и снижая административные барьеры, проводить регуляторную гильотину и стимулировать эксперименты [5].

Инновационная инфраструктура обеспечивает условия для генерации, коммерциализации и распространения инноваций. Необходимо развивать сеть научно-исследовательских организаций, университетов и технопарков, создавать современные исследовательские центры и лаборатории, развивать технопарки и бизнес-инкубаторы, а также стимулировать взаимодействие науки и бизнеса. Важно создавать платформы для обмена знаниями и технологиями, развивая открытые платформы для обмена информацией и организуя конференции, выставки и другие мероприятия. Необходимо поддерживать малое и среднее инновационное предпринимательство, предоставляя

доступ к инфраструктуре и финансированию и упрощая процедуры для стартапов.

Успешное внедрение инновационной экономики демонстрируют Южная Корея, Израиль, Германия, Сингапур и Финляндия. Южная Корея лидирует в ИТ и электронике благодаря своим усилиям в НИОКР и инвестициям в инновационный бизнес. Израиль является «стартап-нацией» благодаря высшему образованию в сочетании с активным правительством, что в конечном итоге выводит нас на лидирующие позиции в области кибербезопасности и медицинских технологий. В то время как Германия разрабатывает свои цифровые технологии внутри производства под эгидой «Индустрии 4.0», Сингапур создал привлекательную бизнес-среду для всех типов инвестиций, поэтому он стал инновационным центром в Азии. Финляндия предлагает высокий уровень образования, а также поддержку исследований, что позволяет ей также занимать высокие позиции в сфере инноваций. Ключевыми факторами успеха являются политическая воля, инвестиции в человеческий капитал, эффективная институциональная среда, развитая инновационная инфраструктура и активное международное сотрудничество [6].

Развитие инновационной экономики, основанной на новом технологическом укладе, критически важно для устойчивого экономического роста и конкурентоспособности. Успешный переход требует комплексного подхода: развитие человеческого капитала, эффективная институциональная среда, инновационная инфраструктура и международное сотрудничество. Государство должно стимулировать инновации через финансирование, поддержку исследований, защиту интеллектуальной собственности и создание благоприятных условий для бизнеса.

Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на механизмах инновационной политики, влиянии цифровой трансформации, моделях прогнозирования технологических укладов и адаптации экономики к новым технологическим вызовам.

## Литература

- [1] Акаев А.А. *Новый технологический уклад и перспективы инновационного развития российской экономики*. Москва, Институт экономических стратегий РАН, 2020, 78 с.
- [2] Глазьев С.Ю. *Теория долгосрочного технико-экономического развития*. Москва, ВладДар, 2021, с. 120–125.
- [3] Иванов В.В. *Инновационная экономика: условия, факторы, ресурсы, процессы*. Москва, Креативная экономика, 2022, с. 55–60.
- [4] Вдовина А.А. Понятие «технологический уклад» в системе экономических категорий и новые технологические уклады общественного развития. *Креативная экономика*, 2019, т. 13, № 4, с. 605–618. <https://doi.org/10.18334/ce.13.4.40522>
- [5] Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. *Цивилизации: теория, история, диалог, будущее*. Москва, Институт экономических стратегий, 2019, 90 с.
- [6] Львов Д.С. *Экономический рост и качество экономического роста. Проблемы теории и практики управления*, 2020, с. 15–21.

## The development of an innovative economy of a new technological order

Pererva Olga Leonidovna

pererva@bmstu.ru

Sagalakov Alexander Dmitrievich

sad22km146@student.bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article is devoted to the study of the development of an innovative economy of a new technological order. It examines the key factors determining the transition to new technological paradigms, analyzes the main areas of innovation that contribute to the formation of a competitive economy, and identifies promising industries of a new technological order. The relevance of the topic is determined by the need to form a sustainable model of economic growth based on innovation and technological progress in the context of global competition and digital transformation.*

**Keywords:** *innovation, innovative economy, technological structure, digital technologies, economic development*

***Секция 17. Общественно -  
политические и философские  
вопросы развития общества***





УДК 93

## Специальная военная операция: операция «Царская охота»

**Герашенко Александр Евгеньевич**

nekros.praim@yandex.ru

**Васильев Никита Тимурович**

kiritokusaki@mail.ru

**Шафигуллина Татьяна Владимировна**

shafigullina.tv@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена одна из героических страниц специальной военной операции по освобождению Авдеевки. Операции «Царская охота» — это уникальная подземная операция российских разведчиков, является ярким примером эффективного применения нестандартных тактических решений в современных военных конфликтах. Подчеркнут высокий уровень подготовки, профессионализма и смелости российских разведчиков, их способность адаптироваться к сложным условиям и находить нестандартные пути для достижения успеха. Полученный опыт будет ценным вкладом в развитие военного искусства и подготовки будущих поколений военных специалистов.*

**Ключевые слова:** «Царская охота», подземная операция, российские разведчики, Авдеевка, военное искусство, мужество, героизм, смекалка

Основной целью специальной военной операции (СВО) является обеспечение безопасности Российской Федерации и защита ее граждан от внешних угроз. В рамках этой операции предпринимаются действия по демилитаризации и денацификации Украины, а также предотвращению создания на ее территории плацдарма для агрессивных действий против России [1].

Операция «Царская охота» стала частью этих усилий, направленных на ослабление военного потенциала противника и обеспечение безопасности российских территорий [2]. В ходе специальной военной операции на Украине российские вооруженные силы столкнулись с хорошо укрепленными позициями противника в районе Авдеевки. Одним из ключевых объектов обороны ВСУ был комплекс «Царская охота», превращенный в мощный укрепленный район максимально готовый к длительной обороне. И взять его «в лоб» можно было только ценой жизни большого количества штурмовиков. Для его нейтрализации российскими разведчиками была разработана и успешно реализована подземная операция, получившая название «Царская охота» [2].

Подготовка к операции началась с детального изучения местности и инженерных коммуникаций в районе «Царской охоты». Еще в 2023 г. российской разведки удалось обнаружить чугунную трубу, наполовину затопленную водой; точно неизвестно, какие именно функции она выполняла, вероятно, когда-то являлась частью дренажной системы. Естественно, обнаруженный объект представлял собой определенный интерес. Начался долгий процесс изучения. Никаких документов со схемами коммуникаций не было, выясняли практическим путем [3]. В дальнейшем выяснилось, что один из участков трубопровода

напрямую связан с территорией бывшего ресторанно-гостиничного комплекса «Царская охота», расположенного в Авдеевке. Путем аккуратного выреза был осуществлен разведывательный рейд, в ходе которого стало ясно, что выход трубы ведет прямо в тыл передовых позиций врага.

После этого началась кропотливая и всесторонняя подготовка к спецоперации. В условиях ограниченного выбора стратегий акцент был сделан на строжайшую секретность. Личный состав, облаченный в противогазы, по пояс в ледяной ржавой воде, вручную расчищал завалы, преграждавшие путь [4]. Были подготовлены и замаскированы входы и выходы, рассчитанные на одновременный проход полутысячи человек, с целью внезапного удара по противнику с тыла. Основная проблема, с которой столкнулись участники первой операции, — шум. Выполнить разрез толстого металла трубы бесшумно не представлялось возможным. Тогда как действовать надо было предельно осторожно. Малейшая ошибка могла привести к раскрытию замысла противником и гибели бойцов.

Ситуация была успешно разрешена благодаря нестандартному подходу, который не вызвал подозрений, поскольку выглядел как обычная рутина. Чтобы скрыть звуки при подготовке трубы к запланированным действиям, было решено увеличить интенсивность артиллерийского огня [5].

Не обошлось без трудностей. Противник, скорее всего, с помощью воздушной разведки, выявил скопление наших войск. Осознав, что готовится некая операция, враг предпринял атаку. Артиллерийский огонь привел к ранениям среди наших солдат.

Завершив предварительную подготовку, приступили к первой фазе операции. Однако первая попытка провалилась из-за поспешности и допущенных ошибок. Одним из ключевых просчетов стало одновременное проникновение большого количества бойцов в узкий тоннель. Изначально планировалось быстрое занятие позиции в тылу противника, но ограниченное пространство трубы привело к кислородному голоданию. Многие бойцы потеряли сознание, и штурм превратился в спасательную операцию [6].

Эвакуация прошла успешно, но продолжить операцию было невозможно. Весенний паводок затопил трубу, и о миссии на время забыли.

Спустя почти год российские военные вернулись к исходной точке. Предыдущие ошибки были проанализированы, и началась новая подготовка. Число участников спецоперации было уменьшено, а также организована подача кислорода. Теперь оставалось сделать последний, решающий шаг.

Решительная фаза операции по освобождению Авдеевки началась 17 января. Ночью через трубу группа из 150 российских разведчиков начала свой скрытный маневр. Преодолевая два километра с полной боевой выкладкой, они, действуя максимально осторожно, проникли в тыл противника [5]. Незаметно ликвидировав вражеские посты наблюдения, они обеспечили плацдарм для следующей волны — группы «Ветераны», которая закрепилась на захваченных позициях. В результате стремительной атаки гарнизон противника в районе «Царской охоты» был полностью разгромлен, а оставшиеся в живых сдались.

Действуя четко и слаженно, российские военные продемонстрировали высокий уровень подготовки. Противник обнаружил потерю укрепрайона лишь спустя сутки. Попытки вернуть контроль оказались безуспешными. 20 января было официально подтверждено поражение украинских сил в «Царской охоте» [6]. После этого российские подразделения приступили к штурму «9-го квартала» — ключевого микрорайона в южной части Авдеевки, необходимого для установления контроля над городом [7]. 17 февраля 2024 г. Авдеевка была освобождена, что лично отметил Президент РФ [8].

Операция «Царская охота» стала примером тактического мастерства и новаторства российских военных. Использование подземных коммуникаций для скрытого проникновения в тыл врага — сложный и нетривиальный военный прием, который может быть использован в будущих операциях в городской среде.

Освобождение Авдеевки имело большое значение: линия фронта отодвинулась от Донецка; перед российской армией открылись оперативные перспективы для дальнейшего освобождения Донбасса, поскольку Авдеевка являлась самым значимым и укрепленным городом, находящимся под контролем ВСУ на той территории [7].

На протяжении всей истории русские солдаты проявляли мужество, героизм и смекалку в различных военных конфликтах. Отечественная война 1812 года, Великая Отечественная война и другие сражения показали стойкость и находчивость российских воинов. Операция «Царская охота» стала очередным подтверждением этих качеств, продемонстрировав готовность российских солдат идти на риск ради достижения поставленных целей и защиты своей Родины.

Операция «Царская охота» является ярким примером эффективного применения нестандартных тактических решений в современных военных конфликтах. Она подчеркнула высокий уровень подготовки, профессионализма и смелости российских разведчиков, а также их способность адаптироваться к сложным условиям и находить нестандартные пути для достижения успеха. Этот опыт будет ценным вкладом в развитие военного искусства и подготовки будущих поколений военных специалистов.

## Литература

- [1] *Обращение Президента РФ от 24 февраля 2022 г. О проведении специальной военной операции.* URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/67843> (дата обращения 22.03.2025).
- [2] *Как российские разведчики совершили подземную атаку у Авдеевки.* URL: <https://vz.ru/society> (дата обращения 22.03.2025).
- [3] *Российские бойцы взяли мощный укрепрайон врага под названием «Царская охота».* URL: <https://vesti.ru> (дата обращения 22.03.2025).
- [4] *Показаны кадры трубы, по которой штурмовики ВС РФ проникли в комплекс «Царская охота» в Авдеевке.* URL: <https://topwar.ru/> (дата обращения 22.03.2025).
- [5] *Это было дерзко.* URL: <https://www.tatar-inform.ru> (дата обращения 22.03.2025).

- [6] *Битва за Авдеевку*. URL: <https://histrf.ru/read> (дата обращения 22.03.2025).
- [7] *Освобождение Авдеевки*. URL: <https://tsargrad.tv> (дата обращения 22.03.2025).
- [8] *Путин поблагодарил подразделения, освобождавшие Авдеевку*. URL: <https://tass.ru/politika/> (дата обращения 22.03.2025).

## Special military operation: Royal hunt

**Gerashchenko Alexander Evgenievich**

nekros.praim@yandex.ru

**Vasiliev Nikita Timurovich**

kiritokusaki@mail.ru

**Shafigullina Tatiana Vladimirovna**

shafigullina.tv@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*One of the heroic pages of the special military operation for the liberation of Avdiivka is considered. Operation Tsarskaya Okhota is a unique underground operation by Russian intelligence officers it is a vivid example of the effective use of non-standard tactical solutions in modern military conflicts. They will emphasize the high level of training, professionalism and courage of Russian intelligence officers, their ability to adapt to difficult conditions and find non-standard ways to achieve success. The experience gained will be a valuable contribution to the development of the art of war and the training of future generations of military specialists.*

**Keywords:** *Royal hunt, underground operation, Russian intelligence officers, Avdiivka, military art, courage, heroism, ingenuity*

***Секция 18. Актуальные  
вопросы энергосбережения,  
энергоэффективности,  
использования  
нетрадиционных  
и возобновляемых  
источников энергии***



УДК 620.92

## Исследование годовой экономии от установки штор из ПВХ- пленки в межрамное пространство окон

Абрасев Никита Сергеевич

nik.abrasiov@gmail.com

Мионов Юрий Николаевич

yuramurmans2003@gmail.com

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*В условиях современных энергозатрат и необходимости повышения энергоэффективности зданий, использование штор из ПВХ-пленки в межрамное пространство окон становится все более популярным. Эти шторы не только улучшают эстетичный вид интерьера, но и значительно снижают теплопотери через окна. В данной работе представлен расчет годовой экономии от установки таких штор, а также рассмотрены основные факторы, влияющие на эффективность их использования.*

**Ключевые слова:** ПВХ-пленка, энергоэффективность зданий, установка штор из ПВХ пленки в межрамное пространство окон

Шторы из ПВХ-пленки становятся все более популярным решением для повышения энергоэффективности и комфорта в жилых и коммерческих помещениях. Эти шторы не только эстетически привлекательны, но и обладают множеством функциональных преимуществ, которые делают их идеальным выбором для современных интерьеров [1–3].

Шторы из ПВХ-пленки доступны в различных цветах, текстурах и стилях, что позволяет легко интегрировать их в любой интерьер. Они могут быть выполнены в прозрачном или матовом варианте, что дает возможность контролировать уровень освещения в помещении. Возможность индивидуального заказа по размерам позволяет использовать их даже в нестандартных оконных проемах.

Одним из главных преимуществ штор из ПВХ-пленки является их способность снижать теплопотери через окна [1, 4]. В холодное время года они создают дополнительный барьер для холодного воздуха, что позволяет удерживать тепло внутри помещения. Исследования показывают, что использование таких штор может снизить теплопотери на 10–30 %. Это особенно актуально в регионах с суровыми зимами, где расходы на отопление могут значительно увеличиваться.

Установка штор из ПВХ-пленки может привести к значительной экономии на счетах за отопление. Это делает инвестиции в такие шторы не только разумными, но и выгодными в долгосрочной перспективе. Обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию влаги, что делает такие шторы идеальными для использования в помещениях с высокой влажностью, таких как кухни или ванные комнаты. Они легко очищаются от загрязнений и не теряют своего внешнего вида со временем.

ПВХ-пленки не требуют сложного ухода. Их можно просто протирать влажной тряпкой или использовать специальные чистящие средства. Это поз-

воляет поддерживать их в идеальном состоянии без значительных затрат времени и усилий.

Для достижения максимальной эффективности важно иметь системы учета тепловой нагрузки в помещениях [2, 5]. Это позволит точно рассчитать, сколько энергии необходимо для поддержания комфортной температуры и как оптимально использовать шторы для достижения наилучших результатов.

Современные технологии производства ПВХ-пленки позволяют создавать экологически чистые изделия, которые не выделяют вредных веществ и безопасны для здоровья [1, 5]. Это особенно важно для семей с детьми и людей с аллергиями. Представляют собой идеальное сочетание эстетики, функциональности и экономической выгоды. Их использование не только улучшает внешний вид помещений, но и способствует созданию комфортной атмосферы, снижая затраты на отопление и обеспечивая защиту от внешних факторов [6]. Инвестиции в такие шторы оправданы как с точки зрения улучшения качества жизни, так и с точки зрения финансовой выгоды.

## Литература

- [1] СП 50.133320.2012. *Тепловая защита зданий*. Москва, Минрегион России, 2013, 139 с.
- [2] СП 131.13330.2012. *Строительная климатология*. Москва, Минстрой России, 2012, 113 с.
- [3] СНиП 23-02–2003. *Тепловая защита зданий*. Москва, Госстрой России, 2003, 31 с.
- [4] ГОСТ 30494–96. *Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях*. Москва, МНТКС, 1999, 17 с.
- [5] Бухмиров В.В., Нурахов Н.Н., Косарев П.Г. и др. *Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий*. Томск, ИД ТГУ, 2014, 96 с.
- [6] СНиП 31-02–2001. *Дома жилые многоквартирные*. Москва, ФГУП ЦПП, 2005, 17 с.

## A study of annual savings from installing PVC film curtains in the interframe space of windows

Abrasyov Nikita Sergeevich

nik.abrasiov@gmail.com

Mironov Yuri Nikolaevich

yuramurmans2003@gmail.com

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*In the context of modern energy consumption and the need to improve the energy efficiency of buildings, the use of PVC film curtains in the window frame space is becoming increasingly popular. These curtains not only enhance the aesthetic appearance of the interior but also significantly reduce heat loss through windows. This work will present a calculation of the annual savings from the installation of such curtains, as well as discuss the main factors affecting their effectiveness.*

**Keywords:** *PVC film, energy efficiency of buildings, installation of PVC film curtains in the window frame space*



УДК 616.5

## Влияние спектрального состава солнечного света на клетки ДНК: анализ и профилактика заболеваний кожи

Кеерд Мария Андреевна

m.keerd@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрен состав солнечного спектра и его характеристика. Выявлено мутагенное воздействие УФ-излучения на клетки ДНК, которое вызывает заболевания кожи. Проанализированы современные методы диагностики нарушений на клеточном уровне, связанных с УФ-излучением, а также рассмотрены новые направления исследований, которые могут привести к более эффективным стратегиям лечения. Сделаны выводы о том, что клетки распознают повреждения, активируя репарационные механизмы, которые современная генетика может регулировать на молекулярном уровне. На основе данного анализа были составлены практические рекомендации по защите от УФ-излучения для снижения риска заболеваний кожи.*

**Ключевые слова:** солнечный спектр, воздействие УФ-излучения, заболевания кожи, шкала Фитцпатрика, диагностика и лечение, практические рекомендации

В последние десятилетия наблюдается рост заболеваемости раком кожи и другими онкологическими заболеваниями, связанными с воздействием УФ-излучения. Диагностика и лечение на данный момент имеют ряд возможностей в развитии и применении.

Солнечный спектр, достигающий поверхности Земли, делится на три основных компонента: ультрафиолетовое (УФ) излучение, видимый свет и инфракрасное излучение. Особенно опасным для человеческой кожи является ультрафиолетовое излучение, которое делится на три категории: UVA, UVB и UVC. UVC не достигает поверхности Земли, в то время как UVA и UVB активно воздействуют на клетки кожи, вызывая различные повреждения, включая мутации в ДНК [1].

Исследования показали, что УФ-излучение может вызывать явные повреждения кожных покровов и изменить структуру клеточных компонентов, включая ДНК. Например, при высоте солнца 50° уровень УФ-облучения достигает 7,0 мкэр/см<sup>2</sup>, а минимальное время, необходимое для вызова начальной эритемы, составляет около 30 минут [2]. Механизм повреждения заключается в образовании димеров Тимидина, что приводит к мутациям и может быть основой для развития злокачественных опухолей, включая меланому. Оценка индивидуальных реакций кожи на УФ-излучение возможно с помощью шкалы Фитцпатрика, позволяющей классифицировать фототипы и выбирать оптимальные методы защиты для каждого из них [3].

Цель данной работы — анализ влияния УФ-излучения на тело человека и создание практической профилактики, используемой людьми в повседневной жизни в зависимости от фенотипа, придерживаясь шкалы Фитцпатрика.

Суть работы заключается в комплексном исследовании, посвященном критически важной теме влияния ультрафиолетового (УФ) излучения солнечного света на здоровье человека, с особым акцентом на его воздействие на клетки ДНК и развитие кожных заболеваний. Взаимодополняющий характер работы позволяет сформировать глубокое понимание как механизмов повреждения, так и механизмов защиты, что имеет решающее значение для разработки эффективных стратегий профилактики и лечения.

Введение в шкалу Фитцпатрика является первым шагом к пониманию того, как различные типы кожи реагируют на УФ-излучение. Эта классификация не только помогает в оценке риска развития кожных заболеваний, но и служит основой для разработки индивидуализированных рекомендаций по защите кожи.

Новые линии исследований в области воздействия ультрафиолетового (УФ) излучения на кожу и их взаимосвязи с фототипами становятся актуальными в свете постоянных изменений в окружающей среде и увеличения случаев рака кожи. Углубленное понимание механизмов, через которые УФ-излучение влияет на клетки кожи, открывает новые горизонты для разработки эффективных мер профилактики и лечения кожных заболеваний. Внимание сосредоточено на разнообразных аспектах, таких как фотоиндуцированные повреждения ДНК и последствия для клеточного метаболизма.

Одним из ключевых аспектов этой области является система эксцизионной репарации нуклеотидов (NER), которая играет важную роль в устранении повреждений ДНК, возникающих под воздействием различных факторов, включая ультрафиолетовое (УФ) излучение. Данная система при УФ-излучении имеет критическое значение как для поддержания целостности генома, так и для предотвращения развития ряда заболеваний. Система NER функционирует путем обнаружения повреждений, «вырезания» поврежденного участка и последующего восстановления ДНК с помощью эндонуклеазы, ДНК-полимеразы и лигазы. Исследования стремятся к созданию искусственной репарации нуклеотидов, например CRISPR/Cas9.

Контроль уровней УФ-излучения и разработка устройств для быстрой и точной оценки его воздействия на здоровье — это еще одна перспектива, которая активно разрабатывается. Кроме того, использование УФ-индекса может стать важным инструментом для формулирования рекомендаций по защите кожи в зависимости от индивидуального фототипа. Важно создать персонализированные подходы, учитывающие особенности кожи каждого человека, такие как степень чувствительности к солнечному свету, предрасположенность к фотостарению и заболеваемости [4].

Таким образом, в ходе работы были проведены исследования в области фенотипов кожи, новых разработок, направленных на защиту клеток человека от УФ-излучения, а также составлена практическая профилактика в соответствии со шкалой Фитцпатрика.

## Литература

- [1] Федоров А.И., Иванова Т. П. Механизмы репарации ДНК при УФ-излучении. *Биофизика*, 2018, т. 63, № 2, с. 123–130.
- [2] Смирнова А.С., Снегирев С.Д., Шейнер О.А. Ультрафиолетовое излучение Солнца как возможная причина предвспышечных долгопериодных колебаний горизонтальной компоненты геомагнитного поля. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, 2013, № 6–1, с. 88–93.
- [3] *Последствия ультрафиолетового (УФ) излучения для здоровья*. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/questions-and-answers/item/effects-of-uv-radiation-on-eye-immune-system-and-skin> (дата обращения 11.03.2025).
- [4] Саяпина Д.Г., Сивоконь В.Е., Лимаренко Н.В. Исследование влияния ультрафиолетового диапазона излучения на состояние кожных покровов человека. *Молодой исследователь Дона*, 2022, № 3 (36), с. 144–148.

## The effect of the spectral composition of sunlight on DNA cells: analysis and prevention of skin diseases

Keerd Maria Andreevna      m.keerd@yandex.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The composition of the solar spectrum and its characteristics are considered. The mutagenic effect of UV radiation on DNA cells, which causes skin diseases, has been identified. Modern methods for diagnosing disorders at the cellular level related to UV radiation were analyzed, as well as new research directions that could lead to more effective treatment strategies. It is concluded that cells recognize damage by activating repair mechanisms that modern genetics can regulate at the molecular level. Based on this analysis, practical recommendations on UV protection have been compiled to reduce the risk of skin diseases.*

**Keywords:** *solar spectrum, UV radiation exposure, skin diseases, Fitzpatrick scale, diagnosis and treatment, practical recommendations*

УДК 620.92

## Разработка устойчивых систем энергоснабжения для мобильного мониторинга пастек на основе возобновляемых источников энергии

Белова Анна Сергеевна

belova.a@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

*Рассмотрено направление внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в агропромышленный комплекс. Особое внимание уделено автономным системам энергоснабжения кочевых пастек, требующих мобильных решений из-за постоянного перемещения ульев. Проанализированы возможности гибридных систем на основе солнечных панелей, ветрогенераторов и микробных топливных элементов (МТЭ) для питания систем мониторинга параметров ульев. Отмечены преимущества таких решений и методические подходы к оценке эффективности ВИЭ в АПК, учитывающие климатические факторы, специфику производства и экономические параметры. Показана целесообразность комплексного применения возобновляемой энергетики для различных сегментов сельского хозяйства.*

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, возобновляемые источники энергии, гибридные энергосистемы, автономные системы энергоснабжения

В настоящее время агропромышленный комплекс (АПК) зависит от традиционных источников энергии, таких как электроэнергия из централизованных сетей, дизельные генераторы и природный газ. Однако рост тарифов, экологические проблемы и необходимость повышения энергоэффективности стимулируют поиск альтернативных решений. В этом контексте возобновляемые источники энергии (ВИЭ) становятся перспективным направлением для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства.

Среди нетрадиционных и возобновляемых источников энергии наиболее востребованными являются солнечная и ветровая энергия. В Беларуси, например, климатические условия позволяют эффективно использовать солнечные панели, особенно в южных регионах, где инсоляция достигает высоких значений [1]. Фотоэлектрические установки могут применяться для энергоснабжения ферм, теплиц, систем орошения и перерабатывающих предприятий. Ветрогенераторы могут обеспечивать электроэнергией удаленные сельскохозяйственные объекты, снижая зависимость от дизельного топлива.

Наибольшую эффективность ВИЭ демонстрируют в удаленных и изолированных сельскохозяйственных объектах, где подключение к централизованным энергосетям сопряжено со значительными техническими и экономическими трудностями. Особый интерес представляют мобильные и временные агропромышленные комплексы, включая передвижные животноводческие фермы, полевые перерабатывающие модули и временные сельскохозяйственные базы. Для таких объектов оптимальным решением становятся компактные и мобиль-

ные ВИЭ-установки, характеризующиеся быстрым развертыванием и возможностью адаптации к изменяющимся производственным условиям.

Наибольший энергетический и экологический эффект от внедрения возобновляемых источников энергии наблюдается на предприятиях агропромышленного комплекса со значительным объемом органических отходов. Для таких объектов особую ценность представляют биогазовые технологии, позволяющие не только генерировать электро- и теплоэнергию, но и утилизировать органические отходы, снижая экологическую нагрузку на окружающую среду.

Современные технологические решения предоставляют агропромышленному комплексу дополнительные возможности по решению экологических задач. Особого внимания заслуживают микробные топливные элементы (МТЭ), которые позволяют совмещать процессы генерации энергии с очисткой сточных вод. Данная технология основана на способности электрогенных микроорганизмов окислять органические соединения, содержащиеся в сточных водах, с одновременной выработкой электрического тока. Перспективным направлением является применение МТЭ для утилизации осадков сточных вод, включая переработанный и высушенный ил [2].

Одной из ключевых проблем интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в агропромышленный комплекс (АПК) являются трудности в оценке перспективности применения конкретных видов ВИЭ и их экономической эффективности. Выбор оптимального источника энергии требует комплексного анализа множества факторов. Кроме того, экономическая эффективность ВИЭ зависит от тарифов на традиционную энергию, доступности государственных субсидий и долгосрочных тенденций развития энергорынка [3]. Для объективной оценки целесообразности внедрения ВИЭ в АПК необходимо применять системный подход, включающий технико-экономическое моделирование, анализ жизненного цикла оборудования и расчет сроков окупаемости. Инновационным, но недостаточно изученным направлением использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в агропромышленном комплексе является их применение в системах контроля кочевых пастбищ. Особенность пчеловодства заключается в необходимости регулярного перемещения ульев для оптимизации медосбора, что исключает возможность подключения к стационарным электросетям. При этом современные системы мониторинга, включающие датчики температуры, влажности, веса ульев и GPS-трекеры, требуют постоянного энергоснабжения [4]. Наиболее рациональным решением данной проблемы представляется использование автономных гибридных энергосистем на основе ВИЭ. Компактные солнечные панели, интегрированные в конструкцию ульев или пастбищных платформ, могут обеспечивать базовое энергопотребление в дневное время. Перспективным направлением является применение микробных топливных элементов (МТЭ), которые будут вырабатывать электроэнергию вне зависимости от наличия солнца или ветра, что позволит сделать энергетическую систему значительно стабильнее.

Такие решения позволяют снизить зависимость от традиционных аккумуляторов, повышая стабильность работы системы мониторинга. При этом достигается тройной эффект: обеспечивается непрерывный контроль параметров ульев, минимизируется антропогенное воздействие на окружающую среду и снижаются эксплуатационные расходы. Оптимизация энергосистемы пасек требует тщательного расчета энергопотребления датчиков и подбора соответствующего сочетания ВИЭ с учетом климатических особенностей региона кочевья.

## Литература

- [1] Полищук А.А., Михальцевич Г.А. Использование возобновляемых источников энергии в аграрно-промышленном комплексе. *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*, 2012, № 4, с. 42–45.
- [2] Кусачева С.А., Никулин С.И., Сафронова М.Е., Бархатов С.Д., Артемьева А.А., Кусачева Е.А., Алимханов Р.Р., Федорова З.С., Алешин И.В., Воронин А.А. Применение высушенного активного ила в микробных топливных элементах и гибридных зарядных устройствах. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, с. 234–237.
- [3] Кешунов С.А., Байсенова Г.С., Молдыбаева Н.И. Синтез структуры систем автономного энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии. *Вестник Алматинского университета энергетики и связи*, 2020, № 51, с. 16–26.
- [4] Логинов Н.А., Сочнева С.В., Трофимов Н.В. Научное обеспечение инновационного развития цифровых технологий в пчеловодстве. *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*, 2023, т. 2, № 1, с. 58–63.

## Development of sustainable energy supply systems for mobile apiary monitoring based on renewable energy sources.

Belova Anna Sergeevna      belova.a@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

*The article considers the direction of implementation of renewable energy sources (RES) in the agro-industrial complex. Particular attention is paid to autonomous power supply systems for nomadic apiaries that require mobile solutions due to the constant movement of hives. The possibilities of hybrid systems based on solar panels, wind generators and microbial fuel cells (MFC) for powering hive parameter monitoring systems are analyzed. The advantages of such solutions and methodological approaches to assessing the effectiveness of RES in the agro-industrial complex, taking into account climatic factors, production specifics and economic parameters, are noted. The feasibility of the integrated use of renewable energy for various segments of agriculture is shown.*

**Keywords:** agro-industrial complex, renewable energy sources, hybrid energy systems, autonomous energy supply systems

УДК 620.92

## Усовершенствованные геотермальные системы: системный обзор

Тимофеев Максим Владимирович

tmv24km219@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено текущее состояние усовершенствованных геотермальных систем (УГТС). Представлен системный обзор ключевых аспектов: технологий бурения, методов интенсификации теплообмена, геохимии флюидов и оценки ресурсного потенциала. Показаны перспективы развития УГТС как возобновляемого и устойчивого источника энергии. Сделаны выводы о необходимости дальнейших исследований для снижения рисков и повышения экономической эффективности проектов. УГТС можно применять для отопления, электрогенерации и промышленных процессов, способствуя декарбонизации энергетики.*

**Ключевые слова:** геотермальная энергия, усовершенствованные геотермальные системы, чистый источник энергии, инновационный принцип работы, энергетическая система будущего

Геотермальная энергия, использующая тепло Земли, представляет собой перспективный и экологически чистый источник энергии. В отличие от традиционных геотермальных ресурсов, которые требуют наличия естественных гидротермальных систем, усовершенствованные геотермальные системы (УГТС) позволяют использовать геотермальную энергию в более широком диапазоне геологических условий. Это открывает возможности для развития геотермальной энергетики в регионах, где традиционные геотермальные ресурсы ограничены или отсутствуют.

Данный обзор призван систематизировать существующие знания об УГТС, охватывая ключевые аспекты разработки, технологий и перспектив. Цель работы — представить структурированное описание методов, исследований и результатов, полученных в области УГТС, а также выявить основные направления для дальнейших исследований и разработок.

Технологии «усовершенствованных геотермальных систем» (Enhanced Geothermal System, EGS) относятся к петротермальной энергетике и представляют собой метод получения тепловой энергии из земной коры посредством пропускания закачиваемой жидкости через зону повышенной проницаемости в горячих скальных породах на большой глубине.

Системный подход к анализу УГТС включает в себя рассмотрение следующих ключевых компонентов.

1. Технологии бурения и заканчивания скважин. Эффективное бурение и создание разветвленной сети трещин в горных породах является критически важным для обеспечения достаточного теплообмена. Традиционные методы бурения могут быть неэффективны в условиях высокой температуры и твердых пород, характерных для УГТС. Альтернативные методы, такие как

бурение плазменной дугой [1] или лазерное бурение [2], могут предложить более высокую скорость и эффективность, однако требуют дальнейших исследований и оптимизации.

2. Методы интенсификации теплообмена. Создание и поддержание высокой проницаемости в горной породе является ключевым фактором для обеспечения эффективной циркуляции теплоносителя. Для этого используются различные методы, включая гидроразрыв пласта [3], химическую стимуляцию [4] и термомеханическую обработку [5]. Выбор оптимального метода зависит от геологических условий и характеристик горных пород.

3. Геохимия флюидов. Состав и свойства теплоносителя играют важную роль в эффективности теплообмена и коррозионной стойкости оборудования. Использование суперкритических флюидов [6] или растворов солей [7] может улучшить теплопередачу, однако требует тщательного анализа геохимической совместимости с горными породами и оборудованием.

4. Оценка ресурсного потенциала. Определение доступной тепловой энергии и долгосрочной устойчивости УГТС является сложной задачей, требующей комплексного геофизического и геохимического моделирования [8]. Методы машинного обучения [9] и анализа больших данных могут быть использованы для улучшения точности прогнозирования и оптимизации параметров разработки УГТС.

Основной принцип работы УГТЦ: в пробуренных скважинах прокладывают трубы и закачивают в них воду. Жидкость нагревается за счет тепла горячих источников, становится паром и под давлением попадает на лопасти турбины, вращая их. Геотермальные установки вырабатывают электроэнергию, пар охлаждается, вновь становится жидкостью, и цикл повторяется. Также существует бинарный принцип работы.

Инновационный принцип работы: на сравнительно небольшой глубине прокладывается несколько длинных горизонтальных скважин. В них под давлением закачивается жидкость, что приводит к гидроразрыву пород вокруг. Образуется «пятно» с множеством щелей в нагретой породе, куда поступает вода, а после нагрева и превращения в пар она откачивается через другую скважину. Такой подход позволяет собрать гораздо больше пара, при этом уменьшается количество буровых работ на глубине.

Инновационный принцип работы, разработка Томского политехнического университета: флюид (кипящая вода) геотермального источника под давлением поднимается из скважины, через теплообменник передает тепло хладагенту. Хладагент, закипая, передает энергию винтовому детандеру, на валу которого установлен генератор. Генератор вырабатывает электроэнергию. При этом отработанный хладагент конденсируется и запускается на следующий цикл.

Обсуждение результатов показывает, что дальнейшие исследования и разработки в области УГТС должны быть направлены на:

– снижение стоимости бурения и заканчивания скважин за счет использования инновационных технологий;



- повышение эффективности методов интенсификации теплообмена и обеспечение долгосрочной проницаемости в горной породе;
- разработку геохимически устойчивых и экологически безопасных теплоносителей;
- улучшение методов оценки ресурсного потенциала и прогнозирования поведения УГТС;
- минимизацию рисков, связанных с сейсмической активностью и воздействием на окружающую среду.

Таким образом, УГТС представляют собой перспективный и устойчивый источник геотермальной энергии, который может внести значительный вклад в декарбонизацию энергетического сектора. УГТС могут быть применены для широкого спектра задач, включая отопление, электрогенерацию, промышленные процессы и опреснение воды, что делает их важным элементом устойчивой энергетической системы будущего.

## Литература

- [1] Пронин В.С., Пронин С.В., Шакиров Р.Н. Усовершенствованные геотермальные системы: состояние, проблемы и перспективы. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*, 2018, т. 329, № 10, с. 114–124.
- [2] Хачатурова М.В., Ларичкин В.В. Развитие технологий усовершенствованных геотермальных систем: российский и мировой опыт. 2020, № 4, с. 202–211.
- [3] Савостьянов В.А., Смирнов А.В. Геотермальные энергетические системы (EGS) и их потенциал для развития энергетики Камчатки. 2016, № 35, с. 79–88.
- [4] Исмаилова Д.В., Серова Е.В. Развитие технологий повышения эффективности геотермальных электростанций. *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*, 2021, № 1, с. 71–81.
- [5] Шулюпин А.Н., Чернев И.И. Проблемы и перспективы освоения геотермальных ресурсов Камчатки. *Георесурсы*, 2012, № 1 (43), с. 19–21.
- [6] Галкин С.В., Кузнецов А.А., Кузьмин Е.В. Сравнительный анализ эффективности разработки геотермальных ресурсов с использованием EGS-технологий. 2018, № 5, с. 101–110.
- [7] Дядькин Ю.Д. *Разработка геотермальных месторождений*. Москва, Недра, 1989, 229 с.
- [8] Белова Т.П., Латкин А.С., Трухин Ю.П. *Основы комплексного использования ресурсов высокотемпературных геотермальных теплоносителей*. Владивосток, Дальнаука, 2003, 204 с.
- [9] Максимов А. ВИЭ 2.0: Новая программа развития «зеленой» энергетики в России. *Энергетическая политика*, 2020, № 11 (153), с. 22–27.

## Enhanced geothermal systems: a systematic review

Timofeev Maxim Vladimirovich

tmv24km219@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The current state of enhanced geothermal systems (EGS) is reviewed. A systematic overview of key aspects is presented: drilling technologies, heat transfer enhancement methods, fluid geochemistry, and resource potential assessment. The prospects for the development of EGS as a renewable and sustainable energy source are shown. Conclusions are drawn about the need for further research to reduce risks and improve the economic efficiency of projects. EGS can be used for heating, power generation, and industrial processes, contributing to the decarbonization of the energy sector.*

**Keywords:** *geothermal energy, enhanced geothermal systems, clean energy source, innovative principle of operation, energy system of the future*

УДК 620.98

## Исследование электрогенных свойств дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

Пристромская Таисия Антоновна

pristromskayata@student.bmstu.ru

Прудников Алексей Федорович

b.bolshedor@gmail.com

Кусачева Светлана Александровна

kusachevasa@bmstu.ru

Артемьева Александра Артемовна

sasha2006artemjeva@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Изучено влияние различных факторов на электрический заряд дрожжевых клеток. В ходе эксперимента было установлено, что на электрический заряд клеток влияют физико-химические факторы внешней среды, такие как pH, наличие растворенного кислорода и источника углерода в субстрате, наличие постоянной оптимальной температуры. На основе полученных данных сделан вывод о том, что путем варьирования и подбора определенных факторов можно достичь улучшения электрогенных свойств дрожжей.*

**Ключевые слова:** электрогенные свойства дрожжей, факторы окружающей среды, *Saccharomyces cerevisiae*, микробный топливный элемент

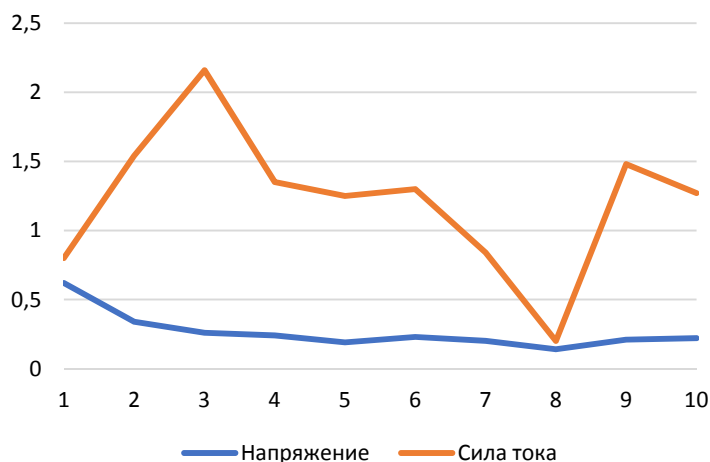
Использование электрогенных свойств дрожжей может обеспечить доступный в экономическом плане переход к экологически чистой энергетике. Микробные топливные элементы способны заменить современные двигатели, работающие на углеводородном топливе. В процессе своей жизнедеятельности дрожжи выделяют минимальное количество загрязняющих веществ, а также топливные элементы не производят сильные шумы и вибрации. Их можно использовать как независимые или параллельные существующим сетям источники тепло- и электроэнергии [1]. Для исследования электрогенных свойств дрожжей необходимо создать прибор, который смог бы передавать поток электронов, полученных при расщеплении органических соединений микробами, — микробный топливный элемент. В качестве микробного топливного элемента выступает система из анодной и катодной камеры, разделенных ионоселективной мембраной. Катодная камера герметично закрыта для обеспечения аэробных условий, в нее встроено 2 медных катода. К анодной камере подведены два углеродных анода. Принцип переноса свободных электронов от клетки в микробном топливном элементе заключается в том, что микроорганизм окисляет субстрат и в ходе окислительного фосфорилирования через электрон-транспортную цепь отдает свои электроны в среду. Из-за разности потенциалов между субстратом и медной поверхностью анода электронный поток перемещается вдоль анода к катоду через соединительный провод. В ходе клеточного дыхания также отщепляется ион водорода  $H^+$ , который вместе со свободными электронами диффундирует через ионоселективную мембрану к катоду, образуя воду при реакции с растворенным кисло-

родом. Для чистоты эксперимента, проведем два опыта с дрожжами одного штамма в разных условиях. В каждую анодную камеру двух микробных топливных элементов вносим дрожжи штамма *Saccharomyces cerevisiae* по 48,5 г, предварительно измельчив их. Добавляем к дрожжам 225 мл физраствора 0,9 %-ного хлорида натрия в каждую анодную камеру. В одной из камер создаем питательную среду путем вноса источника углерода — сахарозы 8 г.

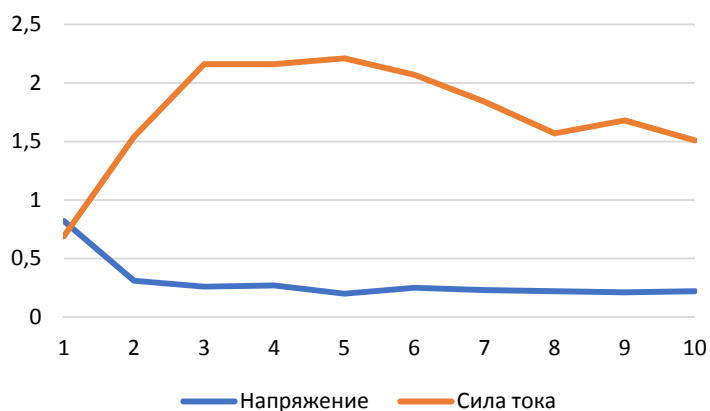
Полисахариды, такие как сахароза, не являются легкодоступным источником углерода для дрожжевых клеток, однако *S. Cerevisiae* секретируют фермент инвертазу, расщепляющую сахарозу на фруктозу и глюкозу. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* естественным образом метаболизируют сахарозу либо путем ее гидролиза в периплазматическом пространстве, либо посредством прямого поглощения через активный транспорт дисахарид и его гидролиз в цитозоле [2].

В контрольном контейнере в катодную камеру с изолированным медным катодом вносим 50 мл физраствора 0,9 %-ного хлорида натрия. Закрываем контейнер не полностью, обеспечивая дальнейшую аэрацию в среде с микроорганизмами, так как наличие растворенного в среде кислорода обеспечивает рост микробов. Помещаем оба микробных топливных элемента в термостат с постоянной оптимальной температурой, которая находится в диапазоне от 28 до 33 °C, и наличием вентилируемого воздуха. В течение 10 дней измеряем с помощью амперметра силу тока и с помощью вольтметра напряжение, производимое дрожжами *S. cerevisiae* в каждом микробном топливном элементе. Результаты приведены на рис. 1, 2.

Когда клетки *S.cerevisiae* помещают в свежую ферментационную среду и инкубируют в оптимальных физических условиях роста, получается типичная кривая периодического роста, которая включает лаг-фазу (период отсутствия роста, но физиологической адаптации клеток к новой среде), экспоненциальную фазу (ограниченный период логарифмических удвоений клеток) и стационарная фаза (период покоя с нулевой скоростью роста). Дрожжи сохраняют жизнеспособность в широких пределах колебания pH от кислого до щелочного (от 2,5 до 6,5). Так как *Saccharomyces cerevisiae* является ацидофильным организмом и его оптимум роста происходит в кислых средах [3], необходимо исследовать наиболее благоприятный для роста *S. Cerevisiae* уровень pH [4]. Для этого измерим pH среды в каждой анодной камере спустя 10 дней. В микробном топливном элементе, в котором была подкормка pH = 5, в микробном топливном элементе, в котором не было подкормки pH = 6. Уменьшим pH путем внесения в среду соляной кислоты HCl. Получим pH = 4,5 в микробном топливном элементе, в анодной камере которого присутствовала сахароза, и pH = 5 в контрольном микробном топливном элементе без источника углерода. Аккуратно перемешиваем содержимое в камерах стеклянной палочкой и закрываем крышкой, оставляя доступ к воздуху. Инкубируем дрожжи при оптимальных условиях (температура 32–33 °C, наличие растворенного кислорода в питательной среде). В течение 4-х дней наблюдаем постепенное уменьшение образования дрожжами электрического тока (табл. 1, 2)



**Рис. 1.** Динамика напряжения, В, и силы тока, мА, в эксперименте с культурой дрожжей без добавок



**Рис. 2.** Динамика напряжения, В, и силы тока, мА, в эксперименте с культурой дрожжей с применением питательной добавки

*Таблица 1*

**Показатели напряжения и силы тока в микробном топливном элементе, в субстрате которого есть сахара**

День	Напряжение, В	Сила тока, мА
1	0,21	1,48
2	0,24	0,46
3	0,11	0,14
4	0,24	0,19

Таблица 2

**Показатели напряжения и силы тока в микробном топливном элементе,  
в субстрате которого нет сахарозы**

День	Напряжение, В	Сила тока, мА
1	0,22	1,35
2	0,23	0,61
3	0,21	1,38
4	0,21	1,31

Таким образом, показано, что дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* обладают электрогенными свойствами. Их использование в качестве биокатализаторов в микробных топливных элементах способствует преобразованию энергии химических связей в поток электронов путем окисления органических соединений. Оптимальный уровень pH для *S.cerevisiae* составляет 5–6 моль/л, более кислотная среда является общим стрессом для микробов этого штамма.

### Литература

- [1] Меледина Т.В., Давыденко С.Г. *Дрожжи Saccharomyces cerevisiae. Морфология, химический состав, метаболизм*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2015, 88 с.
- [2] *Микробные топливные элементы: получаем электричество, избавляясь от мусора*. URL: <https://postnauka.org/talks/54243> (дата обращения 10.02.2025).
- [3] *Цикл трикарбоновых кислот*. URL: <https://medach.pro/post/2176> (дата обращения 10.02.2025).
- [4] Меледина Т.В. Факторы, влияющие на поверхностный заряд дрожжевых клеток (*Saccharomyces cerevisiae*). *Биотехнологические и микробиологические аспекты*, 2020, № 2, с. 77–78.

## Study of electrogenic properties of yeast *Saccharomyces cerevisiae*

**Pristromskaia Taisiia Antonovna**

[pristromskayata@student.bmstu.ru](mailto:pristromskayata@student.bmstu.ru)

**Prudnikov Aleksey Fedorovich**

[b.bolshedor@gmail.com](mailto:b.bolshedor@gmail.com)

**Kusacheva Svetlana Aleksandrovna**

[kusachevasa@bmstu.ru](mailto:kusachevasa@bmstu.ru)

**Artemeva Aleksandra Artemovna**

[sasha2006artemjeva@yandex.ru](mailto:sasha2006artemjeva@yandex.ru)

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The study examined the influence of various factors on the electric charge of yeast cells. It was found that the electric charge of cells is affected by physicochemical environmental factors such as pH, the presence of dissolved oxygen and a carbon source in the substrate, and the presence of a constant optimal temperature. Based on the data obtained, it was concluded that by varying and selecting certain factors, it is possible to improve the electrogenic properties of yeast.*

**Keywords:** *electrogenic properties of yeast, environmental factors, saccharomyces cerevisiae, microbial fuel cell*

УДК 620.92

## Традиционная и альтернативная теплоэнергетика

Симоненко Арина Артемовна

simonenkoarina97@gmail.com

Вальтер Михаил Евгеньевич

valterme@student.bmstu.ru

Квасов Даниил Альбертович

jasfegg@gmail.com

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены ключевые аспекты традиционной и альтернативной теплоэнергетики, их роль в современном обществе, а также основные направления и тенденции развития в России и за рубежом. Описываются преимущества и недостатки различных источников энергии, включая ископаемые виды топлива и возобновляемые ресурсы. Упомянута история развития теплоэнергетики от древних времен до современности, акцентируя внимание на переходе к более экологически чистым технологиям. Также рассмотрены виды тепловых электростанций и их технологические особенности. Подчеркнута важность поиска устойчивых решений в области теплоэнергетики для снижения углеродного следа и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.*

**Ключевые слова:** теплоэнергетика, альтернативная теплоэнергетика, топливные брикеты, топливо

Целью развития энергетики Российской Федерации является, с одной стороны, максимальное содействие социально-экономическому развитию страны, а с другой стороны, — укрепление и сохранение позиций Российской Федерации в мировой энергетике, как минимум, на период до 2035 г. В России основное внимание в теплоэнергетике уделяется использованию природного газа как наиболее доступного и относительно чистого ископаемого топлива. Однако в последние годы отмечается растущий интерес к биотопливу, включая топливные брикеты, особенно в регионах с развитой лесной промышленностью. За рубежом активно развиваются технологии, связанные с использованием возобновляемых источников энергии. В Европе биотопливо занимает значительную долю в структуре теплоэнергетики, благодаря государственным программам по снижению зависимости от ископаемых видов топлива. Например, в странах Скандинавии и Германии биомасса активно используется для обогрева домов и промышленных предприятий [1].

История теплоэнергетики началась с момента, когда человек впервые начал использовать огонь для обогрева жилища. В XVIII в. с развитием промышленной революции и изобретением паровых машин уголь стал основным источником тепловой энергии. В XX в. его место постепенно заняли нефть и природный газ, благодаря их более высокой энергетической эффективности и удобству использования. С конца XX в. начала развиваться альтернативная теплоэнергетика. Возобновляемые источники энергии стали активно изучаться и внедряться, что связано с экологическими проблемами и исчерпанием

запасов ископаемого топлива. В этом контексте биотопливо, в том числе топливные брикеты, заняли свою нишу как экологически чистый и эффективный источник энергии [2].

Недостатки и негативные эффекты теплоэнергетики:

1) выбросы углекислого газа и загрязнение воздуха. Использование ископаемого топлива в традиционной теплоэнергетике сопровождается значительными выбросами парниковых газов и токсичных веществ;

2) зависимость от невозобновляемых ресурсов. Ископаемые источники топлива истощаются, а их добыча становится все более затратной;

3) экологический ущерб. Добыча угля, нефти и газа приводит к разрушению природных ландшафтов и загрязнению окружающей среды.

Преимущества теплоэнергетики:

1) доступность. Ископаемые виды топлива широко распространены, что делает их удобными для массового использования;

2) стабильность выработки энергии. В отличие от некоторых возобновляемых источников, таких как солнечная или ветровая энергия, ТЭС обеспечивают непрерывную подачу электричества;

3) экономичность. В регионах с большими запасами топлива традиционная теплоэнергетика остается относительно недорогим способом получения энергии;

4) адаптивность. Теплоэнергетика может использовать различные виды топлива, включая отходы, что позволяет снизить их накопление и воздействие на окружающую среду [3].

Тепловые электростанции делятся на несколько основных видов в зависимости от используемого топлива и технологического процесса:

- паросиловые ТЭС;
- газотурбинные ТЭС;
- парогазовые установки (ПГУ);
- ТЭС на биомассе.

В России около 60 % всей энергии вырабатывается на тепловых электростанциях. Это связано с широким использованием природного газа и угля, которые являются основными источниками топлива. Крупнейшие ТЭС России включают:

- Рефтинскую ГРЭС (около 3,8 ГВт);
- Сургутскую ГРЭС-2 (около 5,6 ГВт);
- Костромскую ГРЭС (около 3,6 ГВт) [4].

На глобальном уровне теплоэнергетика также занимает значительную долю в производстве энергии, особенно в странах с крупными запасами угля и газа, таких как США, Китай и Индия. Например, Китай генерирует около 70 % своей электроэнергии с помощью ТЭС.

Также одним из наиболее перспективных и популярных направлений альтернативной энергетики является использование топливных брикетов. Они позволяют не только эффективно перерабатывать отходы, но и обеспечивать тепло с минимальным воздействием на окружающую среду. Таким



образом, их внедрение способствует созданию более экологически чистой системы теплоэнергетики.

Таким образом, теплоэнергетика, переживающая переход от традиционных к альтернативным источникам энергии, играет важную роль в решении экологических и экономических задач [4].

## Литература

- [1] *Системный оператор единой энергетической системы Russian power system operator*. URL: <https://www.so-ups.ru/news/press-release/press-release-view/news/26552/> (дата обращения 25.02.2025).
- [2] *Крупнейшие тепловые электростанции России*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловая\\_энергетика\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловая_энергетика_России) (дата обращения 25.02.2025).
- [3] *Мировая выработка электроэнергии*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_производству\\_электроэнергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_производству_электроэнергии) (дата обращения 25.02.2025).
- [4] *Энергетика России*. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Энергетика\\_России](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Энергетика_России) (дата обращения 25.02.2025).

## Conventional and alternative thermoenergy

**Simonenko Arina Artemovna**

[simonenkoarina97@gmail.com](mailto:simonenkoarina97@gmail.com)

**Walter Mikhail Evgenievich**

[valterme@student.bmstu.ru](mailto:valterme@student.bmstu.ru)

**Kvasov Daniil Albertovich**

[jasfegg@gmail.com](mailto:jasfegg@gmail.com)

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article examines the key aspects of traditional and alternative thermal energy, their role in modern society, as well as the main directions and trends of development in Russia and abroad. The advantages and disadvantages of various energy sources, including fossil fuels and renewable resources, are described. The history of the development of thermal energy from ancient times to the present is mentioned, focusing on the transition to more environmentally friendly technologies. The types of thermal power plants and their technological features are also considered. The article highlights the importance of finding sustainable solutions in the field of thermal energy to reduce the carbon footprint and minimize the negative impact on the environment.*

**Keywords:** *heat power engineering, alternative heat power engineering, fuel briquettes, fuel*

УДК 620.92

## Перспективы и проблемы развития ветроэнергетики в РФ

Федин Роман Русланович

romanfedin1809@yandex.ru

Апокин Игорь Александрович

igorek\_apokin@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены современные тенденции развития ветроэнергетики в мире и России. Представлены основные виды ветроэнергетических установок, их принципы работы и перспективы использования. Показаны ключевые проблемы отрасли, включая высокие затраты, необходимость резервных мощностей и неравномерность ветровых потоков. Сделаны выводы, что дальнейшее развитие возможно при государственной поддержке, инвестициях в технологии и интеграции с другими возобновляемыми источниками энергии. Полученные данные можно применять для планирования ветропарков.*

**Ключевые слова:** ветроэнергетика, возобновляемые источники энергии, ветрогенераторы, экономическая эффективность, экологические аспекты

В последние годы возобновляемые источники энергии активно развиваются, и среди них ветроэнергетика играет важную роль. Ветроэнергетика в России имеет большой потенциал, особенно с учетом географических особенностей страны, таких как обширные прибрежные и степные зоны, где могут быть построены ветряные станции. Однако для ее активного развития требуется преодолеть ряд вызовов, как технологических, так и экономических.

Это связано с потребностью в мерах, направленных на снижение воздействия человека на природу, а также с изменениями в энергетической политике стран, поскольку человечество все еще не готово отказаться от использования ископаемых ресурсов для производства энергии [1]. Современные ветровые энергетические установки (ВЭУ) преобразуют энергию ветра в механическую, а затем в электрическую. Существуют две основные конструкции ветроагрегатов: горизонтально-осевые и вертикально-осевые ветродвигатели. Оба типа обладают схожим коэффициентом полезного действия, но наибольшее распространение получили устройства первого типа. Мощность таких установок варьируется от сотен ватт до нескольких мегаватт [2]. Ветровая энергия, являясь неисчерпаемым ресурсом, становится ключевым элементом для устойчивого развития энергетики. В России ветроэнергетика пока занимает небольшую часть в общей структуре энергии, но потенциал для ее развития велик, особенно с учетом географических особенностей страны, таких как обширные прибрежные и степные зоны, где могут быть построены ветряные станции. Однако для ее активного развития требуется преодолеть ряд вызовов, как технологических, так и экономических.

История развития ветроэнергетики в России началась еще в 1920-х годах, когда Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) работал над

созданием ветроэлектростанций для нужд сельского хозяйства. В 1931 г. в Курске была установлена первая в мире ветроэлектростанция с инерционным аккумулятором. После Второй мировой войны интерес к ветроэнергетике снизился, однако последние десятилетия показали ее возрождение.

На сегодняшний день в России функционируют крупные ветропарки, в том числе в Калмыкии, Ростовской области и на Чукотке. В 2021 г. мощность ветроэнергетических комплексов увеличилась на 1 ГВт, а выработка энергии возросла на 2,4 раза по сравнению с 2020 г. [3]. Технический потенциал ветровой энергии России оценивается в 50 000 млрд кВт·ч/год, а экономический — около 260 млрд кВт·ч/год.

Современные ветрогенераторы способны обеспечивать электроэнергией целые города с мощностью от 10 до 15 МВт, при этом технологии постоянно совершенствуются, что позволяет увеличить их КПД, снизить уровень шума и увеличить срок службы. В России активно развивается производство ветряных турбин. Российские компании, такие как «Сименс Геймса» и «Технопромэкспорт», уже производят турбины и комплектующие для ветроэнергетических установок. Также развиваются технологии хранения энергии, что может повысить стабильность и эффективность ветроэнергетики.

Ветроэнергетика в России сталкивается с рядом проблем: высокие затраты на строительство ВЭС, низкая плотность населения в перспективных ветроэнергетических районах, необходимость резервных мощностей, а также неравномерность ветровых потоков. В некоторых районах средняя скорость ветра на высоте 10 м от уровня земли не превышает 3 м/с [4], что снижает эффективность эксплуатации таких станций. Кроме того, для повышения надежности и экономичности следует использовать более устойчивые конструкции со стабилизаторами или опорными элементами.

Тем не менее, перспективы развития ветроэнергетики в России остаются оптимистичными. В будущем возможен масштабный рост числа ветропарков в регионах с хорошими ветровыми характеристиками, а также интеграция с другими возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные и гидроэлектростанции.

Ветроэнергетика становится важным элементом энергетического будущего России, способствуя сокращению выбросов парниковых газов, уменьшению зависимости от ископаемых источников энергии и созданию более экологичной и устойчивой энергетической системы. Однако для успешной реализации ветроэнергетического потенциала требуется комплексный подход, включающий государственную поддержку, инвестиции в инновационные технологии и развитие инфраструктуры.

## Литература

- [1] Пахомова М.А., Храпцов А.Б. Опыт решения экологических проблем в России и за рубежом. *Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе. Нац. науч.-практ. конф.: сб. тр.* Тюмень, ТИУ, 2022, с. 240–244.

- [2] Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б., Сокольский А.К., Харитонов В.П. *Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности*. Москва, «Интерсоларцентр», 2001, 14 с.
- [3] Харитонов В.П. *Автономные ветроэлектрические установки*. Москва, Академия сельскохозяйств, 2006, 101 с.
- [4] *Отчет о деятельности АРВЭ за 2021 год*. URL: <https://rtreda.ru/reports> (дата обращения 25.03.2025).

## Prospects and problems of wind energy development in the Russian Federation

**Fedin Roman Ruslanovich**

romanfedin1809@yandex.ru

**Apokin Igor Alexandrovich**

igorek\_apokin@mail.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The current trends in the development of wind energy in the world and Russia are considered. The main types of wind power plants, their principles of operation and prospects of use are presented. The key problems of the industry are shown, including high costs, the need for backup capacities and uneven wind flows. It is concluded that further development is possible with government support, investments in technology and integration with other renewable energy sources. The data obtained can be used for planning wind farms.*

**Keywords:** *wind power, renewable energy sources, wind turbines, economic efficiency, environmental aspects*

УДК 620.92

## Исследование эффективности применения ветрогенераторов для энергоснабжения г. Калуги

Федин Роман Русланович

romanfedin1809@yandex.ru

Апокин Игорь Александрович

igorek\_apokin@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Проведен анализ потенциальной эффективности внедрения ветрогенераторов на территории г. Калуга. Рассмотрены основные факторы, влияющие на выработку электроэнергии, включая среднегодовую скорость ветра, рельеф местности и инфраструктуру. Описаны различные типы ветрогенераторов и их особенности. Выполнены экономические и экологические расчеты, подтверждающие целесообразность использования ветроэнергетики. Проведен анализ необходимого количества установок и площади для их размещения. Полученные результаты демонстрируют перспективность внедрения ветроэнергетики в регионе, но также выявляют ограничения, связанные с территориальными и инфраструктурными факторами.*

**Ключевые слова:** ветроэнергетика, энергоэффективность, экономическая целесообразность, возобновляемые источники энергии

На примере г. Калуга проведен анализ потенциальной эффективности внедрения ветрогенераторов. Основными факторами, влияющими на выработку электроэнергии, являются среднегодовая скорость ветра, рельеф местности и доступность инфраструктуры.

Различают несколько типов ветрогенераторов:

- с горизонтальной осью вращения — наиболее распространены и эффективны в условиях постоянного ветра;

- с вертикальной осью вращения — работают при слабых и порывистых ветрах, менее шумные и требуют меньшего обслуживания [1];

- плавучие ветряные установки — перспективное направление, позволяющее размещать турбины в открытом море.

Экономические преимущества:

- ветроэлектростанции не требуют топлива, что снижает затраты на производство энергии;

- при увеличении мощности ВЭС себестоимость выработки электричества снижается;

- ветровая энергия может снизить зависимость регионов от традиционной энергетики.

Экологические аспекты:

- ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает выбросы CO<sub>2</sub> на 1800 т в год;

- использование ветроэнергетики снижает воздействие на окружающую среду по сравнению с угольными и газовыми электростанциями;

– однако ветряные установки могут оказывать локальное влияние на микроклимат, а также создавать шум и низкочастотные вибрации.

Проектирование ветроэнергетических систем для районов со среднегодовыми скоростями ветра ниже 6 м/с требует дополнительного обоснования с расчетом ожидаемой выработки энергии и ее сопоставления с данными потребности и оценкой приемлемости полученных результатов по экономическим показателям для конкретных потребителей [2]. Чтобы оценить количество ветрогенераторов, необходимых для обеспечения энергопотребления города Калуга (7 065,5 млн кВт·ч в 2020 г.), при средней скорости ветра 3–5 м/с, рассмотрим следующие аспекты.

1. Выбор модели ветрогенератора. В России популярны ветрогенераторы мощностью около 2 МВт. Например, установка мощностью 2 000 кВт при средней скорости ветра 5 м/с способна производить около 2 300 000 кВт·ч электроэнергии в год.

2. Производительность при средней скорости ветра 3–5 м/с. При средней скорости ветра 3 м/с выработка электроэнергии будет значительно ниже, чем при 5 м/с. Однако точные данные для скорости 3 м/с не предоставлены. Известно, что при 5 м/с ветрогенератор мощностью 2 МВт производит около 2 300 000 кВт·ч в год.

Параметры выбранного ветрогенератора представлены в таблице.

**Параметры выбранного ветрогенератора [3]**

Параметр	Значение
Диаметр ротора, м	108
Ометаемая площадь, м <sup>2</sup>	9144
Количество лопастей, шт	3
Длина лопастей, м	52,6
Масса ротора, т	43,2
Масса ступица ротора, т	17,5
Масса гондолы, т	82

3. Расчет необходимого количества ветрогенераторов. При средней скорости ветра 5 м/с.

Общее энергопотребление Калуги составляет 7 065 500 000 кВт·ч. Один ветрогенератор мощностью 2 МВт при 5 м/с производит 2 300 000 кВт·ч в год. Необходимое количество ветрогенераторов:

$$n = \frac{7\,065\,500\,000}{2\,300\,000} = 3072 \text{ шт.}$$

Цена одного ветрогенератора приблизительно 70 млн рублей.

За 1 час ветрогенератор вырабатывает

$$2000 \cdot 0,13 = 260 \text{ кВт};$$

за 1 день:

$$260 \cdot 24 = 6240 \text{ кВт};$$

за 1 год:

$$6240 \cdot 365 = 2.277.600 \text{ кВт};$$

за весь срок службы:

$$2.277.600 \cdot 20 = 45.552.000 \text{ кВт};$$

$$\frac{70\,000\,000}{45.552.000} = 1,54 \text{ руб за кВт/ч.}$$

Срок окупаемости при среднем тарифе 6,5 рублей за кВт/ч в месяц [4] (78 рублей в год):

$$\frac{70000000}{2277600} = 0,394 \text{ года (4,73 месяца).}$$

4. Расчет необходимой площади для размещения ветрогенераторов на территории г. Калуга:

По нормативам продольное расстояние (по направлению ветра):  $(7-10)D$ , а поперечное расстояние (между рядами):  $(3-5)D$ , где  $D$  — диаметр ротора.

Исходя из этой рекомендации и приняв, что размещаться ветряки будут 1500 шт на 1500 шт, можно рассчитать необходимую площадь территории:

$$a = (108 \cdot 7) \cdot 1500 = 1\,134 \text{ км};$$

$$b = (108 \cdot 5) \cdot 1500 = 810 \text{ км};$$

$$S = a \cdot b = 1134 \cdot 810 = 918\,540 \text{ км}^2.$$

По результатам расчет можно сделать вывод, что с экономической точки зрения установка ветрогенераторов в г. Калуга выгодна. Но размещение в Калужском бору невозможно, так как он является памятником культуры. Другие подходящие территории находятся за пределами г. Калуга. Однако с точки зрения размещения и занимаемой территории установка 3000 ветрогенераторов в г. Калуге невозможна.

## Литература

- [1] Каргиев В.М., Мартиросов С.Н., Муругов В.П., Пинов А.Б., Сокольский А.К., Харитонов В.П. *Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности*. Москва, Интерсоларцентр, 2001, 14 с.
- [2] Харитонов В.П. *Автономные ветроэлектрические установки*. Москва, Академия сельскохозяйств, 2006, 117 с.
- [3] *ETW cloud. Ветрогенераторы мощностью 2,5 МВт*. URL: <https://www.etwinternational.ru/1-3-2-wind-turbines-51383.html> (дата обращения 25.03.2025).
- [4] *Калужская сбытовая компания. Тарифы: пояснения для населения (2025 год)*. URL: <https://ksk.kaluga.ru/customer/payments/tarify-poyasneniya-dlya-naseleniya/> (дата обращения 25.03.2025).

## Research of efficiency of wind generators application for power supply of Kaluga city

Fedin Roman Ruslanovich

romanfedin1809@yandex.ru

Apokin Igor Alexandrovich

igorek\_apokin@mail.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This paper analyzes the potential efficiency of wind turbine generators in Kaluga. The main factors affecting power generation, including average annual wind speed, terrain and infrastructure are considered. Different types of wind turbines and their features are described. Economic and environmental calculations are made to support the feasibility of wind power generation. The required number of installations and the area for their location are analyzed. The obtained results demonstrate the prospectivity of wind energy implementation in the region, but also reveal the limitations associated with territorial and infrastructural factors.*

**Keywords:** wind energy, energy efficiency, economic feasibility, renewable energy sources



УДК 620.92

## Математическое моделирование процессов в микробном топливном элементе

Махоткин Егор Игоревич

JapanAutoDocc71@yandex.ru

Кусачева Светлана Александровна

Kusachevasa@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Важной проблемой, ограничивающей использование микробиологических топливных элементов (МТЭЛ), является проблема масштабирования, например проблема выбора оптимального размера. Основной целью работы является разработка математической модели процессов в МТЭЛ, позволяющей решить задачу масштабирования аналитически. Предложенная модель МТЭЛ включает в себя уравнение процессов электродиффузии для положительных и отрицательных ионов в анодной камере, уравнение динамики положительных ионов в катодной камере, биологические процессы уравнение кинетики в анодной камере, начальные и граничные условия. Работа посвящена исследованию законов функционирования микробных топливных элементов с целью выявления прямых зависимостей между ними.*

**Ключевые слова:** микробный топливный элемент, дифференциальное уравнение, системы дифференциальных уравнений, моделирование биологических процессов

Математическое моделирование в микробных топливных элементах (МТЭ) представляет собой особенно важное и значимое направление исследований, направленных на улучшение их эффективности и оптимизацию процессов производства энергии с использованием микроорганизмов. МТЭ — это устройства, которые используют микроорганизмы для превращения органических веществ в электрическую энергию посредством специфических биореакций. Моделирование позволяет исследовать и прогнозировать поведение и динамику систем, что важно для разработки более эффективных и устойчивых технологий.

**Принципы работы микробных топливных элементов.** Микробный топливный элемент (МТЭ) состоит из анода, катода и мембраны, разделяющей эти две стороны. На аноде микроорганизмы осуществляют окисление органических веществ, освобождая электроны. Эти электроны через внешний проводник поступают к катоду, где они восстанавливают кислород. Разделение зарядов на аноде и катоде позволяет создать электрический ток, который можно использовать как источник энергии.

Микроорганизмы играют первостепенную роль в процессах окисления, трансформации органических веществ и генерации электроэнергии. Для успешной работы МТЭ важно оптимизировать все процессы, начиная от метаболизма микроорганизмов, и заканчивая процессами передачи электронов от клетки к электродам.

Математические модели МТЭ многофункциональны. Они могут использоваться для:

– оптимизации структуры и дизайна устройства: например, можно моделировать расположение электродов, толщину мембран, площадь поверхности для получения максимальной мощности и одновременной минимизации потерь;

– прогнозирования поведения системы: модели позволяют предсказать различные изменения в условиях (например, концентрации субстрата, температуры и др.) и их влияние на процессы в микробных топливных элементах [1].

Математическое моделирование играет важную роль в оптимизации и развитии практического использования микробных топливных элементов. Оно позволяет глубже понять физико-химические и биологические процессы, происходящие в этих системах, и на этой основе создавать более эффективные и устойчивые технологии производства энергии.

В качестве примера ниже рассмотрена математическая модель, описывающая процессы, происходящие в МТЭ, использующем донные отложения. Она включает [2, 3]:

– дифференциальные уравнения электродиффузионных процессов. Здесь  $\frac{dq_a^+}{dt}$  — скорость изменения заряда положительных ионов;  $Am$  — скорость изменения заряда вследствие деятельности бактерий;  $-M\left(\frac{q_a^+}{V_a} - \frac{q_k^+}{V_k}\right) + E\left(\frac{q_a^- - q_a^+}{l_a} + q_k^+ l_k\right)$  — поток положительных ионов через мембрану. Первое слагаемое описывает диффузионную составляющую, а второе кулоновскую;  $Bq$  — скорость высвобождения заряда из донных отложений:

$$\frac{dq_a^+}{dt} = Am - M\left(\frac{q_a^+}{V_a} - \frac{q_k^+}{V_k}\right) + E\left(\frac{q_a^- - q_a^+}{l_a} + q_k^+ l_k\right) + Bq. \quad (1)$$

Уравнение описывает изменение заряда отрицательных ионов в анодной камере, в этом уравнении:  $\frac{dq_a^-}{dt}$  — скорость изменения заряда отрицательных ионов,  $I$  — сила тока в проводнике:

$$\frac{dq_a^-}{dt} = Am - I + Bq. \quad (2)$$

Уравнение описывает изменение заряда положительных ионов в катодной камере, где величина  $\frac{dq_k^+}{dt}$  — скорость изменения заряда положительных ионов в катодной камере:

$$\frac{dq_k^+}{dt} = M\left(\frac{q_a^+}{V_a} - \frac{q_k^+}{V_k}\right) - E\left(\frac{q_a^- - q_a^+}{l_a} + q_k^+ l_k\right) - I. \quad (3)$$

Уравнение соответствует закону Ома для проводника, соединяющего клеммы микробного топливного элемента. Здесь  $G \frac{q_k^+}{R(l_a + l_k)}$  — разность потенциалов между анодом и катодом:

$$I = G \frac{q_k^+}{R(l_a + l_k)}. \quad (4)$$

Уравнение описывает высвобождение заряда из донных отложений, величина  $\frac{dq}{dt}$  — скорость высвобождения заряда:

$$\frac{dq}{dt} = Bq. \quad (5)$$

Дифференциальные уравнения кинетики биологических процессов. Уравнения моделируют процесс расходования органического субстрата и изменения суммарной массы бактерий соответственно.

В работе предложена математическая модель МТЭ мембранного типа на основе усреднения по объему катодной и анодной камер. Предложенная модель учитывает: электродиффузионные процессы, происходящие в анодной и катодной камере (1)–(4), высвобождение заряда из донных отложений (5), процесс расходования органического субстрата и процесс изменения суммарной массы бактерий. Представленные результаты могут быть положены в основу обоснования выбора остальных характеристик математических моделей процессов, происходящих в МТЭ [4], что позволит лучше понять процессы, происходящие в этих системах и будет способствовать выявлению новых перспектив их применения.

## Литература

- [1] Дроботенко М.И., Волченко Н.Н., Самков А.А., Свидлов А.А. Математическое моделирование процессов в микробном топливном элементе мембранного типа. *Экологический вестник научных центров ЧЭС*, 2016, № 4, с. 47–51.
- [2] Демидович Б.П., Моденов В.П. *Дифференциальные уравнения*. Санкт-Петербург, Лань, 2008, 288 с.
- [3] Oliveira V.B., Simoes M., Melo L.F., Pinto A.M.F.R. A 1D mathematical model for a microbial fuel cell. *Energy*, 2013, no. 61, pp. 463–471.
- [4] Василов Р.Г., Решетилов А.Н., Шестаков А.И. Биотопливные элементы. *Природа*, 2013, № 12 (1180), с. 65–70.

## Mathematical modeling of processes in the microbial fuel cell

**Mahotkin Egor Igorevich**

JapanAutoDocc71@yandex.ru

**Kusachova Svetlana Aleksandrovna**

Kusachevasa@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*An important problem limiting the use of microbiological fuel cells (MFC) is the problem of scaling, for example, the problem of choosing the optimal size. The main purpose of the work is to develop a mathematical model of processes in MFC, which allows solving the problem of scaling analytically. The proposed MFC model includes an equation of electrodiffusion processes for positive and negative ions in the anode chamber, an equation of dynamics of positive ions in the cathode chamber, biological processes, an equation of kinetics in the anode chamber, initial and boundary conditions. The work is devoted to the study of the laws of functioning of microbial fuel cells in order to identify direct dependencies between them.*

**Keywords:** *microbial fuel cell, differential equation, systems of differential equations, modeling of biological processes*

УДК 616.8-003.996

## Исследование метода генной терапии онкологических заболеваний с использованием технологии CRISPR/Cas9

Коробова Елизавета Андреевна

korobovaea@bmstu.ru

Шевченко Дмитрий Сергеевич

shevchenkods@bmstu.ru

Кусачева Светлана Александровна

kusachevasa@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние мутагенеза в онкогенах и генах-супрессорах на развитие раковых заболеваний. Представлены основные механизмы активации онкогенов, таких как RAS и MYC, а также роль генов-супрессоров, таких как TP53 и BRCA1, в регуляции клеточной пролиферации и сохранении целостности ДНК. Показано, что современные методы лечения, включая химиотерапию, лучевую терапию и таргетную терапию, существенно меняют подходы к онкологическому лечению. Уделено внимание возможности применения технологии редактирования генов CRISPR/Cas9 для точного вмешательства в генетический материал раковых клеток. Сделаны выводы, что интеграция новых методов в клиническую практику открывает перспективы для более персонализированного и эффективного лечения онкологических заболеваний.*

**Ключевые слова:** генная терапия, CRISPR/Cas9, онкологические заболевания, редактирование генома, эффективность лечения

В основе развития злокачественных новообразований лежат мутации в ДНК клеток, нарушающие нормальную регуляцию клеточного цикла и провоцирующие бесконтрольное деление клеток. Эти изменения возникают под влиянием разнообразных канцерогенных факторов, которые подразделяются на внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные). Согласно молекулярно-генетической теории, злокачественные опухоли формируются вследствие повреждений генетического материала [1].

Среди внешних факторов выделяют физические, химические и биологические триггеры. Физические факторы включают ультрафиолетовое и ионизирующее излучение, повреждающее ДНК и вызывающее мутации. Химические факторы связаны с профессиональными рисками в нефтехимической и фармацевтической промышленности, а также с загрязнением окружающей среды. Биологические факторы охватывают вирусные инфекции и вредные привычки, такие как курение и употребление алкоголя, способствующие развитию рака легких и печени.

Внутренние факторы включают возрастные изменения, генетическую предрасположенность и нарушения иммунной системы. С возрастом накапливаются мутации из-за многократных делений клеток. Наследственные мутации в генах BRCA1 и TP53 повышают риск развития рака в 5–10 % случаев. Ослабленный иммунитет не способен эффективно уничтожать злокачественные клетки, что увеличивает риск развития опухолей [2].

Онкогены представляют собой модифицированные формы протоонкогенов, которые при активации стимулируют клеточную пролиферацию и выживание клеток. В норме протоонкогены регулируют рост и деление клеток, но мутации превращают их в онкогены, запускающие неконтролируемое размножение клеток и формирование опухолей.

Гены-супрессоры играют ключевую роль в контроле клеточного деления, стабильности генома и запуске апоптоза. Их основная задача — не предотвращение рака, а поддержание нормального клеточного цикла и защита от злокачественной трансформации клеток. Мутации в генах-супрессорах могут быть наследственными или спонтанными, что приводит к потере контроля над делением клеток и развитию злокачественных новообразований.

Для формирования злокачественной опухоли необходимы мутации как в онкогенах, так и в генах-супрессорах. Современная медицина предлагает различные подходы к лечению онкологических заболеваний: от традиционных методов (химиотерапия, лучевая терапия, хирургия) до инновационных решений (таргетная терапия, генная терапия) [3].

Таргетная терапия стала значительным прорывом в онкологии, позволяя целенаправленно воздействовать на молекулы, ответственные за рост опухоли. В отличие от химиотерапии, которая влияет на все быстро делящиеся клетки, таргетные препараты избирательно атакуют специфические молекулы, минимизируя побочные эффекты и повышая эффективность лечения.

CRISPR/Cas9 — это молекулярная «система редактирования генов», которая позволяет ученым точно и эффективно изменять последовательности ДНК в клетках живых существ. Этот метод работает как своего рода «молекулярные ножницы», которые могут вырезать, заменять или вставлять определенные участки генетического материала.

Технология редактирования генома CRISPR/Cas9 открывает новые возможности в лечении онкологических заболеваний благодаря точному редактированию генов, связанных с развитием опухолей. Эта система, заимствованная из бактериальной защиты против вирусов, обеспечивает высокоточное внесение изменений в ДНК [4].

Основные компоненты системы:

- Cas9: фермент, разрезающий ДНК в заданной точке;
- направляющая РНК (gRNA): молекула, которая направляет Cas9 к конкретной последовательности ДНК.

Применение CRISPR/Cas9 в онкологии включает:

- модификацию онкогенов для остановки роста опухолей;
- восстановление функций генов-супрессоров;
- исследование механизмов развития рака.

Технология позволяет точно устранять активированные онкогены или восстанавливать работу генов-супрессоров, таких как BRCA1 и TP53. Это открывает новые перспективы для создания персонализированных методов лечения и развития современной молекулярной медицины.

Оба подхода — таргетная терапия и генная инженерия — демонстрируют высокую эффективность как самостоятельно, так и в комбинации с другими методами лечения, что делает их перспективными направлениями в современной онкологии.

## Литература

- [1] *Человек и лекарство*. URL: [https://pharmakolog.ru/blog/chelovek-i-lekarstvo\\_](https://pharmakolog.ru/blog/chelovek-i-lekarstvo_) (дата обращения 25.03.2025).
- [2] *Анализ крови на опухоли*. URL: <https://onkonet.by/analiz-krovi-na-opuholi> (дата обращения 25.03.2025).
- [3] *Новости медицины*. URL: <https://news.mail.ru/society/63998861/> (дата обращения 25.03.2025).
- [4] *Мировые научные новости*. URL: <https://inscience.news/ru/article/world-science> (дата обращения 25.03.2025).

## Investigation of the method of gene therapy of oncological diseases using CRISPR/Cas9 technology

Korobova Elizaveta Andreevna

korobovaea@bmstu.ru

Shevchenko Dmitry Sergeevich

shevchenkods@bmstu.ru

Kusacheva Svetlana Alexandrovna

kusachevasa@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The effect of mutagenesis in oncogenes and suppressor genes on the development of cancer is considered. The main mechanisms of activation of oncogenes such as RAS and MYC are presented, as well as the role of suppressor genes such as TP53 and BRCA1 in regulating cell proliferation and maintaining DNA integrity. Modern treatment methods, including chemotherapy, radiation therapy, and targeted therapy, have been shown to significantly change approaches to cancer treatment. Attention is paid to the possibility of using CRISPR/Cas9 gene editing technology to accurately interfere with the genetic material of cancer cells. It is concluded that the integration of new methods into clinical practice opens up prospects for more personalized and effective treatment of oncological diseases.*

**Keywords:** *gene therapy, CRISPR/Cas9, oncological diseases, genome editing, treatment effectiveness*

УДК 616-056.7

## Проблема генетических заболеваний у животных: диагностика и методы их лечения

Беленикин Александр Дмитриевич

sanek19062006@gmail.com

Кусачева Светлана Александровна

kusachevasa@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены распространенные генетические заболевания и причины их возникновения у различных видов животных. Был проведен анализ современных методов диагностики и лечения заболеваний. В результате эксперимента получена информация о протекании генетических заболеваний, о том, как правильно должно проходить восстановление и о том, как современные методы помогают улучшить качество жизни больных животных. На основе этих данных сформулирован вывод о том, какую сложную проблему представляют генетические заболевания в ветеринарной медицине. Также были рассмотрены перспективные направления дальнейших исследований в этой области.*

**Ключевые слова:** генетические заболевания, анализ, методы, диагностика заболеваний, виды животных, восстановление

Генетические заболевания представляют собой значительную проблему в ветеринарной медицине, оказывая влияние на здоровье и благополучие животных. Подобно человеку, животные подвержены различным генетическим мутациям, которые могут приводить к развитию широкого спектра заболеваний. Генетические заболевания возникают из-за мутаций в ДНК, которые могут быть наследственными или спонтанными [1]. Эти заболевания могут проявляться на различных уровнях: от изменений в фенотипе (внешних признаках) до нарушений физиологических функций и здоровья организма. В последние десятилетия диагностика и лечение генетических заболеваний у животных значительно улучшились благодаря достижениям в молекулярной биологии и генетике. Будущее лечения генетических заболеваний у животных связано с развитием технологий, таких как генная терапия, редактирование генов с помощью CRISPR/Cas9 и использование стволовых клеток для восстановления поврежденных тканей. Ожидается, что с развитием этих технологий можно будет не только лечить, но и предотвращать многие генетические заболевания.

Цель данной работы — обзор распространенных генетических заболеваний у различных видов животных.

Задачи: анализ современных методов диагностики и лечения, а также перспективы дальнейших исследований в этой области. Суть эксперимента заключается в рассмотрении различных видов животных и анализе их генетических заболеваний.

Некоторые из причин возникновения генетических заболеваний:



- наследование рецессивных и доминантных аллелей: болезни могут передаваться по наследству, когда оба родителя являются носителями мутации;
- хромосомные аномалии: иногда заболевания возникают из-за изменения в числе или структуре хромосом;
- спонтанные мутации: могут происходить в результате воздействия окружающей среды или на случайной основе [2].

В работе рассмотрены генетические заболевания собак (дисплазия тазобедренного сустава, спинальная мышечная атрофия, глухота) и кошек (поликистоз почек, генетическая гипертрофическая кардиомиопатия) [3, 4]. Перечисленные заболевания являются очень серьезными и требуют правильную диагностику, поэтому в данном эксперименте были рассмотрены основные методы диагностики генетических заболеваний, которые позволяют правильно описать картину заболевания и впоследствии назначить правильное лечение:

- генетическое тестирование;
- анализ по родословной;
- клинические обследования [5].

После верной постановки диагноза животное проходит лечебный комплекс, но так как в данном опыте рассматриваются именно генетические заболевания, следовательно, лечение данных заболеваний может быть сложным и непредсказуемым, поэтому существует несколько основных методов лечения генетических заболеваний:

- медикаментозная терапия;
- хирургическое вмешательство;
- генная терапия [6].

После проведения комплексного лечения животным, так как и людям, требуется реабилитация. Она позволяет улучшить качество жизни животных после генетических заболеваний, предоставляя им возможность жить полноценной и активной жизнью. Комплексный подход к реабилитации, включающий медикаментозное лечение, хирургическое вмешательство, физиотерапию, диетотерапию и адаптацию окружающей среды, позволит достичь оптимальных результатов и повысить качество жизни животных, страдающих от генетических заболеваний.

Таким образом, генетические заболевания представляют собой серьезную проблему в ветеринарной медицине, но благодаря достижениям в генетике и биотехнологии появляются новые возможности для их диагностики, лечения и профилактики. Необходимы дальнейшие исследования в данной области [7].

Таким образом, на основе анализа литературных данных можно сделать следующие выводы:

- генетические заболевания представляют собой значимую угрозу здоровью и благополучию животных;
- достигнут значительный прогресс в идентификации генов и мутаций, связанных с генетическими заболеваниями;

- диагностика генетических заболеваний остается сложной задачей, требующей комплексного подхода;
- методы лечения генетических заболеваний ограничены и часто направлены на облегчение симптомов;
- профилактика играет ключевую роль в снижении распространенности генетических заболеваний;
- необходимы дальнейшие исследования для улучшения диагностики, лечения и профилактики генетических заболеваний [8].

## Литература

- [1] Гинтер Е.К. *Медицинская генетика*. Москва, Медицина, 2003, 448 с.
- [2] Коробко А.В. и др. *Частная генетика и геномная селекция*. Витебск, ВГАВМ, 2021, 64 с.
- [3] Кларк Л. *Генетические заболевания собак*. Москва, Россельхозиздат, 2017, 256 с.
- [4] Уилсон К. *Генетические заболевания кошек*. Москва, АСТ, 2020, 288 с.
- [5] Рузанова Н.Г. *Наследственные болезни животных*. Смоленск, Смоленская ГСХА, 2023, 27 с.
- [6] Гринберг А.М. *Справочник по ветеринарной генетике*. Москва, Медицина, 2018, 512 с.
- [7] Гинтер Е.К. *Медицинская генетика*. Москва, Медицина, 2003, 448 с.
- [8] Шилов А.А. *Генетика домашних животных*. Москва, Аквариум-Принт, 2018, 320 с.

## Genetic diseases in animals: diagnostics and methods of their treatment

**Belenikin Aleksandr Dmitrievich**

sanek19062006@gmail.com

**Kusacheva Svetlana Aleksandrovna**

kusachevasa@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article considers common genetic diseases and their causes in various animal species. An analysis of modern methods of diagnostics and treatment of diseases was conducted. As a result of the experiment, information was obtained on the course of genetic diseases, on how recovery should be carried out correctly and on how modern methods help to improve the quality of life of sick animals. Based on these data, a conclusion was formulated on what a complex problem genetic diseases represent in veterinary medicine. Promising areas for further research in this area were also considered.*

**Keywords:** *genetic diseases, analysis, methods, diagnostics of diseases, animal species, recovery*

УДК 575.224.

## Современный мутагенез у растений: от случайности к точности

Федусова Мария Сергеевна

fedusovams@student.bmstu

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена роль мутагенеза в селекции и улучшении сельскохозяйственных культур. Описана эволюция мутагенеза от создания случайных мутаций до высокоточного редактирования генома. Подчеркнуты преимущества мутагенеза в создании растений, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам, а также в улучшении качества продукции и сокращении сроков селекции. Освещено применение мутагенеза в создании новых биотехнологий. В заключение отмечено, что мутагенез — мощный инструмент для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.*

**Ключевые слова:** мутагенез, растения, селекция, редактирование генома, улучшение сортов, биотехнология

Мутагенез является неотъемлемой частью эволюции, а также ключевым инструментом в руках ученых и селекционеров, стремящихся улучшить сельскохозяйственные культуры. За более чем столетие, прошедшее с момента открытия мутагенного эффекта рентгеновского излучения, мутагенез претерпел значительные изменения, превратившись из метода создания случайных изменений в геноме в высокоточную технологию, позволяющую избирательно модифицировать определенные гены и регуляторные элементы. История мутагенеза у растений берет свое начало в первой половине XX в. с работ Г. Мюллера и Л. Стадлера, которые показали, что рентгеновское излучение может значительно повысить частоту мутаций у *Drosophila melanogaster* и ячменя соответственно. Это открытие заложило основу для широкого использования мутагенеза в селекции растений, что привело к созданию многочисленных сортов с улучшенными характеристиками [1, 2]. Однако все эти традиционные методы мутагенеза имели существенный недостаток: они были случайными и не позволяли воздействовать на конкретные гены. Мутации возникали хаотично по всему геному, что требовало трудоемкого и длительного скрининга для выявления растений с желаемыми признаками. Кроме того, высокая частота нежелательных мутаций могла негативно сказываться на агрономических характеристиках растений. Несмотря на появление более современных технологий, классические методы мутагенеза продолжают играть важную роль в селекции растений.

Наиболее значительным прорывом в мутагенезе растений стало развитие технологий редактирования генома, которые позволяют точно и эффективно изменять определенные гены в геноме. Эти технологии открывают беспрецедентные возможности для селекции растений, функциональной геномики и биотехнологии.

Мутагенез позволяет создавать растения, устойчивые к различным болезням и вредителям, что снижает потребность в пестицидах [3]. Также используется для создания растений, устойчивых к засухе, засолению, экстремальным температурам и другим неблагоприятным условиям окружающей среды. Улучшение качества продукции: мутагенез позволяет изменять состав зерен, плодов и других частей растений, повышая их питательную ценность, улучшая вкус и текстуру. Редактирование генома позволяет значительно сократить время, необходимое для создания новых сортов, поскольку позволяет напрямую изменять гены, контролирующие желаемые признаки, вместо того чтобы отбирать их в течение нескольких поколений [4]. Мутантные линии используются для определения роли определенных генов в развитии растений, метаболизме, ответах на стресс и других биологических процессах. Редактирование генома позволяет изменять регуляторные элементы ДНК, такие как промоторы и энхансеры, что позволяет изучать механизмы регуляции экспрессии генов [5]. Мутагенез используется для создания растений с новыми свойствами, которые могут быть применены в биотехнологии, например для производства лекарственных соединений или биомассы.

Современный мутагенез у растений представляет собой мощный и динамично развивающийся инструмент, который позволяет целенаправленно изменять гены и создавать растения с улучшенными характеристиками. От случайных мутаций до точного редактирования генома — мутагенез прошел долгий путь и открывает беспрецедентные возможности для селекции растений, фундаментальных исследований и биотехнологий. Преодоление проблем, связанных с нецелевыми эффектами, доставкой реагентов и регуляторными аспектами, позволит в полной мере реализовать потенциал мутагенеза для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства в будущем.

## Литература

- [1] Мюллер Г.Дж. Искусственная трансмутация гена. *Наука*, 1927, № 66 (1699), с. 84–87.
- [2] Стадлер Л.Дж. Мутации у ячменя, вызванные рентгеновскими лучами. *Наука*, 1928, № 68 (1757), с. 186–187.
- [3] Оладосу Й., Рафии М.Й., Абдулла Н., Хуссин Г., Рамли А., Рахим Х.А., Миах Г. Принципы и применение мутагенеза растений для улучшения сельскохозяйственных культур: обзор. *Биотехнология и биотехнологическое оборудование*, 2016, № 30 (1), с. 1–16.
- [4] Кнапп S.J. Молекулярные маркеры в селекции растений. *Молекулярная биология растений*, 1998, № 38 (1), с. 275–285.
- [5] Джинек М., Чилински К., Фонфара И., Хауэр М., Дудна Дж.А., Шарпантье Э. Программируемая ДНК-эндонуклеаза с двойным РНК-наведением в адаптивном бактериальном иммунитете. *Наука*, 2012, № 337 (6096), с. 816–821.

## Modern mutagenesis in plants: from randomness to precision

Fedusova Maria Sergeevna

fedusovams@student.bmstu

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The role of mutagenesis in the breeding and improvement of agricultural crops is considered. The evolution of mutagenesis from the creation of random mutations to high-precision genome editing is described. The advantages of mutagenesis in creating plants resistant to biotic and abiotic stresses, as well as in improving product quality and reducing breeding time, are emphasized. The application of mutagenesis in the creation of new biotechnologies is highlighted. In conclusion, it is noted that mutagenesis is a powerful tool for ensuring food security and sustainable agricultural development.*

**Keywords:** *mutagenesis, plants, breeding, genome editing, improvement of varieties, biotechnology*

УДК 636.1

## Современное состояние исследования мутаций гена PDK4 у лошадей

Сережкина Александра Ивановна

serezhkinaai@student.bmstu

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена роль мутаций в гене PDK4, ключевом регуляторе энергетического обмена у лошадей. Изучение сфокусировано на влиянии этих мутаций на метаболизм, спортивные качества и предрасположенность к заболеваниям, таким как резистентность к инсулину и метаболический синдром. Обсуждаются различные типы мутаций, их механизмы воздействия и современные методы исследования, включая полногеномное и таргетное секвенирование, а также ассоциативные и функциональные исследования. Цель — определить потенциал использования генетических данных для улучшения здоровья, спортивных результатов и разработки персонализированных стратегий тренировок и кормления лошадей.*

**Ключевые слова:** лошадь, PDK4 (пируватдегидрогенакиназа 4), ген, мутация, полиморфизм, метаболизм, глюкоза, жирные кислоты, инсулинорезистентность

Стремление улучшить спортивные качества и сохранить здоровье лошадей всегда было в центре внимания коневодов и ветеринаров. В последние годы генетические исследования открыли новые горизонты для понимания факторов, влияющих на производительность и благополучие этих животных. Одним из ключевых генов, привлечших особое внимание, является ген пируватдегидрогенакиназы 4 (PDK4), играющий центральную роль в регуляции энергетического обмена. Мутации в этом гене могут оказывать существенное влияние на метаболизм, спортивные достижения и предрасположенность к заболеваниям.

1. PDK4: Главный регулятор энергетического обмена у лошадей. Ген PDK4 кодирует фермент, который действует как «переключатель», определяя какой источник энергии будет предпочтительным для клетки: глюкоза или жирные кислоты. Этот фермент ингибирует пируватдегидрогеназный комплекс (PDH), ключевой компонент метаболического пути, соединяющего гликолиз (расщепление глюкозы) с циклом Кребса (основным источником энергии в клетке). Ингибирование PDH приводит к снижению окисления глюкозы и стимулирует использование жирных кислот.

Для лошадей, известных своей способностью к длительным физическим нагрузкам, эффективное использование жирных кислот в качестве источника энергии имеет решающее значение. Это позволяет экономить запасы гликогена в мышцах, повышая выносливость и позволяя животным поддерживать высокую интенсивность нагрузки в течение длительного времени [1].

2. Типы мутаций гена PDK4 и их влияние на метаболизм. Как и любой другой ген, PDK4 подвержен мутациям, которые могут изменять структуру

и функцию кодируемого им фермента. Эти мутации можно классифицировать по нескольким критериям:

Тип мутации:

- однонуклеотидные полиморфизмы (SNP): наиболее распространенные мутации, представляющие собой замену одного нуклеотида другим. Некоторые SNP могут не влиять на функцию белка, в то время как другие могут изменять его активность или стабильность;

- инсерции и делеции (Indels): вставки или удаления небольшого количества нуклеотидов. Эти мутации часто приводят к сдвигу рамки считывания и образованию нефункционального белка;

- мутации сплайсинга: мутации, влияющие на процесс сплайсинга РНК, что может приводить к образованию укороченных или измененных версий белка;

- структурные варианты: более крупные мутации, такие как дупликации, делеции, инверсии и транслокации, которые могут затрагивать весь ген PDK4 или его отдельные участки.

Локализация мутации:

- кодирующая область: мутации в этой области непосредственно влияют на последовательность аминокислот в белке;

- регуляторная область: мутации в этой области влияют на экспрессию гена, то есть на количество производимого фермента PDK4;

- интроны: мутации в этих некодирующих участках гена могут влиять на сплайсинг РНК или стабильность мРНК;

Влияние на функцию белка:

- мутации, изменяющие функцию: эти мутации изменяют активность, стабильность или специфичность фермента PDK4;

- мутации, приводящие к потере функции: эти мутации приводят к образованию нефункционального белка;

- мутации, не влияющие на функцию: эти мутации не оказывают заметного влияния на функцию белка.

Последствия мутаций в гене PDK4 зависят от их типа и локализации. Некоторые мутации могут повышать активность PDK4, что приводит к снижению окисления глюкозы и увеличению использования жирных кислот. Другие мутации могут снижать активность PDK4, что приводит к увеличению окисления глюкозы и снижению использования жирных кислот. Мутации также могут нарушать нормальную регуляцию экспрессии гена PDK4 гормонами, жирными кислотами и физической нагрузкой, что приводит к дисбалансу метаболических процессов [2].

3. PDK4 и предрасположенность к заболеваниям: генетические риски. Помимо влияния на спортивные качества, мутации в гене PDK4 также могут играть роль в предрасположенности лошадей к определенным заболеваниям, в частности к инсулинорезистентности и метаболическому синдрому.

Инсулинорезистентность — это состояние, при котором клетки организма становятся менее чувствительными к действию инсулина, гормона, регу-

лирующего уровень глюкозы в крови. Метаболический синдром — это комплекс метаболических нарушений, включающий инсулинорезистентность, ожирение, дислипидемию (нарушение липидного обмена) и повышенное кровяное давление.

Мутации, повышающие экспрессию PDK4, могут способствовать развитию инсулинорезистентности и метаболического синдрома. Повышенная активность PDK4 снижает чувствительность клеток к инсулину, что приводит к повышению уровня глюкозы в крови и развитию метаболических нарушений [3].

4. Современные методы исследования мутаций гена PDK4: от генома к фенотипу. Исследования мутаций гена PDK4 у лошадей используют передовые генетические и биохимические методы:

- полногеномное секвенирование: определение последовательности всего генома лошади позволяет выявлять все типы мутаций в гене PDK4 и анализировать их влияние на организм;

- таргетное секвенирование: секвенирование только гена PDK4 или его отдельных участков позволяет снизить стоимость и время анализа, сосредоточившись на конкретном гене;

- ассоциативные исследования: сравнение генотипов по гену PDK4 у лошадей с различными фенотипическими признаками (спортивные качества, метаболические параметры, предрасположенность к заболеваниям) для выявления связей между мутациями и признаками;

- функциональные исследования: изучение влияния мутаций на экспрессию генов, активность ферментов и метаболические пути в клетках;

- клинические исследования: оценка влияния мутаций на здоровье и спортивные достижения лошадей в реальных условиях [4].

Заключение. Мутации в гене PDK4 играют сложную и многогранную роль в определении метаболического профиля, спортивных качеств и здоровья лошадей. Продолжающиеся исследования в этой области позволяют углубить наше понимание этих процессов и разработать новые стратегии для улучшения селекции, ветеринарии и управления здоровьем этих благородных животных. Интеграция генетических знаний в практику коневодства и ветеринарии позволит перейти к более персонализированному подходу, учитывающему индивидуальные особенности каждой лошади.

## Литература

- [1] Холнесс М.Дж., Сагден М.К. Регуляция активности комплекса пируватдегидрогеназы посредством обратимого фосфорилирования. *Труды Биохимического общества*, 2003, № 31 (6), с. 1151–1157.
- [2] Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. *Гены по Льюису*. Москва, Лаборатория знаний, 2021, 919 с.
- [3] Бил Б.С., Рэмси Т.Г. Метаболический синдром у лошадей. *Ветеринарные клиники Северной Америки: практика лечения лошадей*, 2012, № 28 (2), с. 273–292.
- [4] Metzker M.L. Sequencing technologies — the next generation. *Nature Reviews Genetics*, 2010, no. 11 (1), pp. 31–46.



## The current state of research on PDK4 gene mutations in horses

Serezhkina Alexandra Ivanovna

serezhkinaai@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The role of the PDK4 gene in horses has been studied. The types of gene mutations, as well as the mechanisms of mutation influence, are considered. The effect of mutations on physiology has been studied, modern studies of the PDK4 gene mutation. The prospects of applying knowledge about the mutation of this gene in veterinary medicine and horse breeding are considered. The potential role of genome editing technologies for targeted gene modification has been studied.*

**Keywords:** horse, PDK4 (pyruvate dehydrogenase kinase 4), gene, mutation, polymorphism, metabolism, glucose, fatty acids, insulin resistance

УДК 621.314

## Применение элементов Пельтье как направление энергосбережения

**Бабич Матвей Андреевич**

babich\_matvey\_42@mail.ru

**Бордуков Дмитрий Александрович**

kaluga0356@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Элементы Пельтье представляют собой перспективный метод энергосбережения, который, несмотря на свои ограничения, может сыграть важную роль в устойчивом развитии и экологически чистых технологиях будущего. Применение этих элементов как источников энергии в качестве альтернативных решений для энергоснабжения привлекло внимание благодаря их компактности, эффективности и экологичности. В работе представлен расчет количества энергии, которое можно сэкономить с помощью элемента Пельтье на водяной нагреватель, а также его срок окупаемости.*

**Ключевые слова:** элемент Пельтье, энергосбережение, перспективный метод, экологически чистый, экономить

Элемент Пельтье — это полупроводниковое устройство, которое при прохождении электрического тока создает разницу температур. Элементы Пельтье состоят из пары полупроводниковых материалов (обычно из бизмута теллурида или других термоэлектрических материалов), которые соединены в цепь. Когда через них проходит электрический ток, на стыке этих материалов возникает температура, причем один из контактов охлаждается, а другой нагревается. Это явление называется эффектом Пельтье.

Обратно, если приложить разницу температур (например, холод с одной стороны и горячее тело с другой), то через элемент будет течь электрический ток — это явление называется эффектом Зеебека и является основой для работы термоэлектрических генераторов. Хотя эта технология существует уже некоторое время, ее применение в энергосбережении все еще находится в стадии развития, и потенциал ее использования в нашей жизни значителен, хотя и не лишен ограничений [1].

Они используются в электронных устройствах, таких как кулеры процессора, для поддержания стабильной температуры. Также элементы Пельтье могут использоваться для быстрого циклического изменения температуры материала, что делает их полезными в исследованиях в области материаловедения. Помимо этого, они используются в космических кораблях и спутниках для регулирования температуры и в автомобилях для охлаждения электронных компонентов [2]. Также один из примеров применения элемента Пельтье — снижение энергозатрат в регионах с холодным климатом. Если поместить элементы Пельтье на стыке разности температур, то можно значительно снизить энергозатраты в холодное время года, получая и при необходимости запасая электроэнергию.

Элементы Пельтье могут быть использованы в автономных источниках энергии, таких как термоэлектрические генераторы для удаленных регионов, где нет доступа к центральной сети. Например, они могут использовать тепло от костра, отработанных газов автомобилей или даже геотермальное тепло для создания автономного источника электроэнергии.

Элементы Пельтье также используются в создании автономных термоэлектрических систем, которые могут использовать различные источники тепла, например солнечные коллекторы или геотермальные источники: в сочетании с солнечными или геотермальными установками элементы Пельтье могут обеспечить дополнительное энергоснабжение, особенно в регионах с ограниченным доступом к традиционным источникам энергии.

Основной проблемой в построении элементов Пельтье с высоким КПД является то, что свободные электроны в веществе являются одновременно переносчиками и электрического тока, и тепла. Материал для элемента Пельтье же должен одновременно обладать двумя взаимоисключающими свойствами — хорошо проводить электрический ток, но плохо проводить тепло.

Несмотря на ограничения, потенциальная польза от использования элементов Пельтье для энергосбережения в жизни человека очевидна. Вот некоторые плюсы:

- снижение энергопотребления: точное и локализованное охлаждение или обогрев может снизить общее потребление энергии в домах, офисах и на транспорте;

- экологическая устойчивость: преобразование отработанного тепла в электроэнергию может снизить выбросы парниковых газов и уменьшить зависимость от ископаемого топлива [3].

Элемент Пельтье — интересная технология с потенциалом для энергосбережения и улучшения жизни человека. Однако низкая эффективность и высокая стоимость остаются основными препятствиями для широкого распространения. Дальнейшие исследования и разработки, направленные на повышение эффективности и снижение стоимости, могут открыть новые возможности для использования этой технологии в будущем. В первую очередь, стоит рассматривать элементы Пельтье в нишевых применениях, где важны компактность, надежность и точность контроля температуры, а энергоэффективность не является определяющим фактором [4].

Прогнозируется, что в будущем элементы Пельтье будут играть все более важную роль в системах энергоснабжения. С развитием новых материалов, таких как наноматериалы и улучшение термоэлектрической эффективности, можно ожидать существенное повышение КПД этих систем. Также в перспективе ожидается использование элементов Пельтье в интеллектуальных энергетических системах, которые могут интегрировать несколько источников энергии, включая термоэлектрические генераторы, солнечные панели и другие возобновляемые источники.

## Литература

- [1] Иорданишвили Е.К. *Термоэлектрические источники питания*. Москва, Советское радио, 1968.
- [2] Гнусин П.И. Исследование эффективности элемента Пельтье при различных режимах работы. *Видеонаука*, 2016, № 1 (1), с. 20–27.
- [3] Анатычук Л.И., Семенюк В.А. *Оптимальное управление свойствами термоэлектрических материалов и приборов*. Черновцы, Прут, 1992, 228 с.
- [4] Охотин А.С., Ефремов А.А., Охотин В.С., Пушкарский А.С. *Термоэлектрические генераторы*. Москва, Атомиздат, 1971, 398 с.

## The use of Peltier elements as a direction of energy saving

**Babich Matvey Andreevich**

[babich\\_matvey\\_42@mail.ru](mailto:babich_matvey_42@mail.ru)

**Bordukov Dmitry Alexandrovich**

[kaluga0356@mail.ru](mailto:kaluga0356@mail.ru)

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*Peltier elements represent a promising energy-saving method that, despite its limitations, can play an important role in sustainable development and environmentally friendly technologies of the future. This paper will present a calculation of the amount of energy that can be saved by using a Peltier element for a water heater, as well as its payback period.*

**Keywords:** *Peltier element, energy saving, promising method, environmentally friendly, save money*

УДК 575.224.22

## Трансгенные животные: технологии, применение и этика

Тихонов Егор Олегович

tikhonoveo@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены современные методы направленного мутагенеза у животных, включая технологии CRISPR-Cas9, транспозоны и классические подходы (химическое воздействие, облучение). Проведено сравнение методов по критериям точности редактирования генома, производительности и влияния на благополучие животных. В результате экспериментального анализа выявлены ключевые параметры: частота побочных эффектов (до 5 % для CRISPR), время создания модельных организмов и качество получаемых генетических линий. На основе данных открытых научных исследований составлена сравнительная характеристика методов. Наиболее точным и эффективным в условиях редактирования сложных геномов оказался метод CRISPR-Cas9 с использованием прайм-редактирования.*

**Ключевые слова:** мутагенез, CRISPR-Cas9, трансгенные животные, побочные эффекты, биоэтика

Трансгенные животные — это организмы, в геном которых были введены чуждые гены, обычно из других видов. Эти технологии позволяют создавать новые виды животных с определенными полезными характеристиками, которые могут быть использованы в медицине, сельском хозяйстве и научных исследованиях. Технологии создания трансгенных животных и их использование требуют особого внимания к этическим, экологическим и социальным аспектам. Трансгенные животные — это мощный инструмент, который открывает новые горизонты в медицине, сельском хозяйстве и науке. Однако их использование должно быть строго регулируемо и основано на принципах этичности, научной целесообразности и гуманности. Важно найти баланс между научным прогрессом и сохранением моральных и этических норм, а также учитывать возможные последствия для экосистем и общества в целом.

Мутагенез — процесс направленного изменения генетического материала — занимает центральное место в современных биологических исследованиях. С появлением технологий редактирования генома, таких как CRISPR-Cas9 [1], возможности ученых значительно расширились: от моделирования сложных заболеваний до создания сельскохозяйственных животных с улучшенными характеристиками. Однако прогресс сопровождается серьезными этическими дилеммами, включая вопросы благополучия животных и регуляции генетических экспериментов [2].

Классические методы мутагенеза, такие как химическое воздействие (например, этилметансульфонат) и облучение, остаются в арсенале исследователей благодаря их доступности. Эти подходы вызывают случайные мутации, что требует трудоемкого скрининга для выявления целевых изменений

[3]. Например, химический мутагенез позволил получить линии дрозофил с нарушениями метаболизма, но лишь 2 % мутаций оказались полезными для исследования [3].

Революцию в генной инженерии совершила система CRISPR-Cas9, обеспечивающая высокоточное редактирование генома. Технология позволяет вносить точечные изменения, удалять или вставлять гены. В экспериментах CRISPR-Cas9 использовали для создания мышей с нокаутом гена p53, что позволило изучить механизмы развития онкологических заболеваний. Однако даже у CRISPR есть ограничения: транспозонная система PiggyBac эффективнее вставляет крупные фрагменты ДНК, что критично для моделирования нейродегенеративных болезней у приматов [4].

В биомедицине мутагенез служит основой для создания моделей заболеваний. Например, грызуны с мутациями в генах APP и PSEN1 имитируют патологии болезни Альцгеймера [5]. Успехи CRISPR-терапии демонстрирует эксперимент, где у собак с мышечной дистрофией Дюшенна удалось частично восстановить функцию мышц [6].

В сельском хозяйстве методы генного редактирования направлены на повышение устойчивости животных к болезням. Коровы с отредактированным геном MBL устойчивы к маститу [7], а лосось AquAdvantage растет вдвое быстрее благодаря гену гормона роста [8].

Биотехнологии используют трансгенных животных для производства лекарств. Например, козы с геном человеческого антитромбина (ATryn®) синтезируют белок для лечения тромбозов [9]. Отдельное направление — ксено-трансплантация: свиньи с удаленными эндогенными ретровирусами (PERV-фри) рассматриваются как потенциальные доноры органов для человека.

Технические ограничения включают офф-таргет эффекты CRISPR (до 5 % нецелевых мутаций) [1] и мозаицизм — неполное редактирование клеток эмбриона. Эти проблемы осложняют клиническое применение технологий.

Этические вопросы связаны с благополучием животных. Модельные организмы, такие как мыши с искусственно вызванным раком, часто страдают от боли и стресса. Дискуссии также вызывает редактирование зародышевой линии: эксперименты в Китае (2018–2023 гг.) по модификации генов устойчивости к ВИЧ у эмбрионов вызвали осуждение научного сообщества. Регуляторные рамки остаются разрозненными: в ЕС действуют жесткие ограничения, тогда как в США и Азии подходы более либеральны.

К 2030 г. ожидается разработка искусственных маток для выращивания ГМ-эмбрионов *ex vivo*, а CRISPR-терапия наследственных заболеваний станет более доступной. Перспективным направлением является интеграция искусственного интеллекта для прогнозирования последствий мутаций.

## Литература

- [1] Doudna J.A., Charpentier E. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 2014, vol. 346, no. 6213, art. no. 1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>
- [2] Ormandy E.H., Schuppli C.A., Weary D.M. Genetic engineering of animals: Ethical issues, including welfare concerns. *The Canadian Veterinary Journal*, 2011, vol. 52, no. 5, art. no. 544.
- [3] Bökel C. Traceable mutagenesis in *Drosophila*. *Methods in Molecular Biology*, 2008, vol. 420, pp. 3–19.
- [4] Li M.A. et al. Mobilization of giant piggyBac transposons in the mouse genome. *Nucleic Acids Research*, 2011, vol. 39, no. 22, art. no. e148.
- [5] Amoasii L. et al. Gene editing restores dystrophin expression in a canine model of Duchenne muscular dystrophy. *Science*, 2018, vol. 362, no. 6410, pp. 86–91.
- [6] Niu D. et al. Inactivation of porcine endogenous retrovirus in pigs using CRISPR-Cas9. *Science*, 2017, vol. 357, no. 6357, pp. 1303–1307.
- [7] Liu X. et al. Transgenic cattle expressing human mannose-binding lectin in their mammary glands: resistance to mastitis. *Transgenic Research*, 2015, vol. 24, no. 6, pp. 963–973.
- [8] Du S. J. et al. Growth enhancement in transgenic Atlantic salmon by the use of an “all fish” chimeric growth hormone gene construct. *Bio/technology*, 1992, vol. 10, pp. 176–181. <https://doi.org/10.1038/nbt0292-176>
- [9] Zhang X.H. et al. Off-target effects in CRISPR/Cas9-mediated genome engineering. *Molecular Therapy-Nucleic Acids*, 2015, vol. 4, art. no. e264.

## Transgenic animals: technology, application and ethics

Tikhonov Egor Olegovich

tikhonoveo@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Modern methods of targeted mutagenesis in animals, including CRISPR-Cas9 technologies, transposons, and classical approaches (chemical exposure, irradiation) are considered. The methods were compared according to the criteria of genome editing accuracy, productivity, and impact on animal welfare. As a result of the experimental analysis, key parameters were identified: the frequency of side effects (up to 5% for CRISPR), the creation time of model organisms, and the quality of the resulting genetic lines. Based on the data of open scientific research, a comparative description of the methods has been compiled. The CRISPR-Cas9 method using prime editing proved to be the most accurate and effective in the conditions of editing complex genomes, whereas classical approaches demonstrated low specificity. The results of the work are relevant for biomedicine, agriculture and regulation of genetic technologies.*

**Keywords:** *mutagenesis, CRISPR-Cas9, transgenic animals, side effects, bioethics*

УДК 575.224

## Научные исследования и разработки в области мутагенеза

**Федулова Кира Алексеевна**

kira.fedulowa@gmail.com

*КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия*

*Рассмотрены основные виды мутаций — генные, хромосомные и геномные, а также их классификация по локализации и типу клетки. Уделено внимание распространенным мутациям у человека, таким как синдром Дауна, болезнь Гентингтона и серповидноклеточная анемия, которые иллюстрируют последствия мутаций на уровне здоровья и качества жизни. Статья акцентирует внимание на современных подходах к борьбе с мутациями, включая использование нанороботов для целенаправленной доставки лекарств и диагностики заболеваний, что открывает новые горизонты в медицине и персонализированной терапии.*

**Ключевые слова:** мутации, мутагены, генетические заболевания, нанороботы

Мутации — это резкие, спонтанные и непредсказуемые изменения в генетической последовательности, которые, тем не менее, являются основой разнообразия организмов. Они могут быть классифицированы по различным критериям [1].

1. По объекту изменения:

– генные мутации: изменение структуры одного гена (например, замена нуклеотидов). Причины — ошибки при репликации ДНК. Примеры: серповидноклеточная анемия, фенилкетонурия;

– хромосомные мутации: изменение структуры хромосом (выпадение, удвоение, перенос участков). Пример: синдром кошачьего крика;

– геномные мутации: изменение количества хромосом. В данной категории принято выделять полиплоидию (увеличение числа хромосом) и анеуплоидию (изменение на одну-две хромосомы). Пример: синдром Дауна [2].

Наиболее распространенные мутации у человека:

– болезнь Гентингтона: генетическое заболевание, приводящее к потере контроля над телом;

– синдром Дауна: трисомия 21-й хромосомы, характеризуется умственной отсталостью;

– синдром Патау и Эдвардса: трисомии, приводящие к серьезным аномалиям и высокой смертности;

– синдром Вильямса: недостатки на хромосоме 7, характеризующиеся специфическими чертами лица;

– гемофилия и мышечная дистрофия: генетические заболевания, связанные с нарушением свертываемости крови и мышечной атрофией соответственно;

– серповидноклеточная анемия: врожденное заболевание, вызванное мутацией гемоглобина [3].



Мутации приводят к появлению новых признаков и свойств организма. Принято считать, что большинство мутаций вредны, однако, наряду с этим, известны полезные мутации, которые могут быть вызваны специально у растений и животных с применением индуцированного мутагенеза и использованием разных мутагенов. Мутагены — факторы, вызывающие мутации, подразделяются, в частности, на:

- эндогенные: (возникают внутри организма);
- экзогенные (включают внешние факторы, химические (токсины, лекарства) и физические (излучение).

В настоящее время особенную актуальность приобретает вопрос борьбы с мутациями, их предупреждения и предотвращения. Все большую популярность, в силу тенденции миниатюризации, набирает применение нанороботов, в том числе в данной сфере. Ученые рассматривают нанороботов, в том числе как эффективное средство борьбы с мутациями и генетическими заболеваниями. Эти миниатюрные устройства, размером от 1 до 100 нм, способны выполнять точные операции внутри человеческого тела, включая доставку лекарств к пораженным клеткам и микрохирургические вмешательства. Нанороботы, созданные из биосовместимых материалов, могут быть запрограммированы на выполнение различных функций, таких как диагностика и минимально инвазивные операции, что открывает новые горизонты в персонализированной медицине.

Концепция нанороботов была предложена в 1959 г. физиком Р. Фейнманом, но практические шаги были сделаны только в начале 2000-х годов. В 2012 г. исследователи из Гарварда создали ДНК-наноробота, распознающего раковые клетки. В России исследования в этой области начались в 2007 г., и с тех пор были разработаны прототипы нанороботов для диагностики сосудистых заболеваний и адресной доставки лекарств.

Нанороботы уже сейчас существенно меняют традиционные концепции диагностики и лечения. В онкологии они используются для точечного поиска и уничтожения раковых клеток, минимизируя повреждение здоровых тканей. В кардиологии способствуют рассасыванию тромбов, в эндокринологии — обеспечивают точную доставку инсулина для пациентов с диабетом, а в хирургии — минимально инвазивные операции, что сокращает время восстановления.

Размеры медицинских нанороботов варьируются от нескольких нанометров до нескольких микрометров, что позволяет им легко перемещаться внутри тела и взаимодействовать с клетками. Наиболее популярные конструкции включают:

- липосомы: сферические конструкции для доставки лекарств;
- дендримеры: разветвленные молекулы для транспортировки лекарств;
- нанотрубки: цилиндрические структуры для доставки и репарации клеток;
- магнитные наночастицы: используются для целенаправленной терапии и диагностики.

Создание нанороботов включает методы самосборки, фотолитографии и биопечати. В России применяются уникальные методы синтеза наночастиц,

что позволяет получать частицы с четко заданными размерами и свойствами. Ведущие научные центры, такие как Московский физико-технический институт и Национальный исследовательский ядерный университет и другие организации, играют значительную роль в этих исследованиях в России.

Нанороботы представляют собой одно из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений в медицине, способствуя становлению новых подходов к диагностике и лечению. По мере развития технологий мы ожидаем и предполагаем получение открытий, которые изменят наше представление о здоровье и благополучии [4]. Однако применение нанороботов требует контроля их работы, в силу потенциальной значимости возможных последствий, а также дальнейшего изучения и проработки научных основ их действия на организм человека и оптимизации технологий их применения.

## Литература

- [1] *Что нужно знать о мутациях — основные сведения*. URL: <https://wika.tutoronline.ru/biologiya-prirodovedenie/class/10/chto-nuzhno-znat-o-mutacziyahosnovnye-svedeniyahttps://wika.tutoronline.ru/biologiya-prirodovedenie/class/10/chto-nuzhno-znat-o-mutacziyahosnovnye-svedeniya> (дата обращения 24.03.2025).
- [2] Сапожников С.П., Сергеева В.Е., Ястребова С.А. *Общая генетика: практикум*. Чебоксары, Изд-во Чуваш. ун-та, 2017, 120 с.
- [3] Горбунова В.Н. *Медицинская генетика*. Москва, Издательский центр «Академия», 2012, 357 с.
- [4] Широков А.В., Визгин В.Ф. *Наномеханотехника: основы и применение*. Москва, Научный мир, 2020.

## Scientific research and developments in the field of mutagenesis

Fedulova Kira Alekseevna

kira.fedulowa@gmail.com

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article discusses the main types of mutations — gene, chromosomal, and genomic — as well as their classification by localization and cell type. It pays particular attention to common mutations in humans, such as Down syndrome, Huntington's disease, and sickle cell anemia, which illustrate the consequences of mutations on health and quality of life. The article emphasizes modern approaches to combating mutations, including the use of nanorobots for targeted drug delivery and disease diagnostics, opening new horizons in medicine and personalized therapy.*

**Keywords:** mutations, mutagens, genetic diseases, nanorobots

УДК 575.224

## Комплексное исследование генных технологий и радиационных мутаций в контексте современного животноводства

Генералова Елизавета Михайловна

eneralovaem@student.bmstu.ru

Шишанов Артур Александрович

shishanovaa@student.bmstu.ru

Турта Роман Дмитриевич

turtard@student.bmstu.ru

Шумилин Артем Александрович

shumilinaa@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены методы работы с генными мутациями в животноводстве. Было проведено сравнение технологий по критериям точности, эффективности и влияния на продуктивность. В результате эксперимента получены данные о влиянии мутаций на устойчивость к болезням, адаптацию к климату и качество продукции. На основе этих данных составлена сравнительная характеристика для рассматриваемых методов. Наиболее эффективным методом оказался CRISPR/Cas9. Собрана информация о новых радиационных мутациях в черномыльсской среде.*

**Ключевые слова:** генные мутации, животноводство, CRISPR/Cas9, секвенирование ДНК, устойчивость к болезням, продуктивность, радиация, Чернобыль, эволюция, адаптация

Генные мутации играют ключевую роль в современном животноводстве, позволяя улучшить продуктивность, устойчивость к болезням и адаптацию к изменяющимся условиям. Выбор методов работы с мутациями во многом влияет на результаты исследования и практическое применение.

Комплексное исследование генных технологий и радиационных мутаций в контексте современного животноводства является важным направлением в аграрной науке. Оно направлено на улучшение качества и продуктивности сельскохозяйственных животных, а также на понимание экологических и этических аспектов использования таких технологий [1].

Генные технологии в животноводстве: генные технологии представляют собой методики, которые позволяют изменять геном животных с целью улучшения их продуктивных качеств.

Основные области применения: генетическая модификация (ГМ) — применение генетических технологий для создания новых пород животных, которые обладают повышенной устойчивостью к заболеваниям, улучшенной продуктивностью (например, повышенное молокообразование у коров или улучшенная мясная продуктивность у свиней).

Геномное редактирование (CRISPR/Cas9): с помощью этой технологии возможно точечное изменение генов животных, например для повышения устойчивости к инфекциям или улучшения характеристик мяса (например, снижение содержания жира).

Молекулярный маркеринг: использование молекулярных маркеров для оценки генетического разнообразия и подбора животных с нужными характеристиками.

2. Радиационные мутации и их роль. Радиационные мутации, вызванные воздействием ионизирующего излучения, могут использоваться для создания новых пород животных с нужными признаками. Этот процесс может включать:

– ионизирующее излучение: применение радиации для индукции мутаций в генах животных, что может привести к появлению полезных признаков, таких как устойчивость к болезням или улучшенные производственные характеристики;

– мутагенез: радиационные мутации используются для создания генетического разнообразия и разработки новых сортов животных с желаемыми признаками (например, мясными или молочными качествами).

Основными методами являются: секвенирование ДНК для выявления мутаций, CRISPR/Cas9 для редактирования генов, GWAS для анализа генетических маркеров и РНК-секвенирование для изучения активности генов [2].

Цель данной работы — сравнить методы работы с генными мутациями по критериям точности, эффективности и влияния на продуктивность. Эксперимент проводился на образцах ДНК крупного рогатого скота, свиней и кур.

Исследуемыми параметрами являлись точность выявления мутаций, эффективность редактирования генов и влияние на продуктивность. Основным фактором влияния была выбрана технология работы с мутациями.

В результате эксперимента установлено, что наиболее эффективным методом оказался CRISPR/Cas9, обеспечивающий точное редактирование генов. Секвенирование ДНК позволило выявить полезные мутации, связанные с повышением продуктивности.

Исследованы радиационные мутации животных в Чернобыльской зоне. У лягушек зафиксирована потемневшая кожа из-за защитного меланина, у волков — устойчивость к раку, у птиц — повышенные антиоксиданты. Радиация ускоряет эволюцию, создавая полезные мутации (радиоустойчивость), но большинство изменений вредны. Теория мишеней объясняет повреждение ДНК прямым попаданием частиц, но не учитывает восстановление клеток. Мутанты редко вытесняют здоровых особей из-за низкой жизнеспособности потомства [3].

На основе результатов эксперимента можно сделать следующие выводы:

- 1) CRISPR/Cas9 является наиболее эффективным методом для редактирования генов;
- 2) секвенирование ДНК позволяет выявить полезные мутации;
- 3) GWAS и РНК-секвенирование дополняют основные методы, предоставляя дополнительные данные;
- 4) благодаря чернобыльским мутациям ученые в будущем смогут лечить рак и другие заболевания.

Генные технологии и радиационные мутации открывают новые горизонты для повышения продуктивности в животноводстве, однако важно учиты-

вать не только научные и экономические аспекты, но и этические, экологические и правовые последствия. Чтобы эти технологии приносили пользу, необходимо их внимательное регулирование и контроль на всех стадиях — от разработки до практического применения [4].

## Литература

- [1] Моссэ И.Б. *Лекции по радиационной генетике*. Минск, МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2005, 208 с.
- [2] Шамарина А.В., Дадашев А.А., Канукова Ж.О. Генная инженерия в животноводстве как социокультурный факт. *Экономика и социум*, 2020, № 12–2 (79), с. 475–481.
- [3] Мешков Н.А. Адаптивная реакция организма в отдаленный период после радиационного воздействия, *Мир науки, культуры, образования*, 2011, № 2 (27), с. 318–321.
- [4] Воейкова Т.А., Емельянова Л.К., Новикова Л.М., Мордкович Н.Н., Шакулов Р.С., Дебабов В.Г. Получение мутантов электрогенной бактерии *Shewanella oneidensis* MR-1 с повышенной редуцирующей активностью. *Микробиология*, 2012, т. 81, № 3, с. 339–344.

## Comprehensive study of gene technologies and radiation mutations in modern animal husbandry

Generalova Elizaveta Mikhailovna

generalovaem@student.bmstu.ru

Shishanov Artur Aleksandrovich

shishanovaa@student.bmstu.ru

Turta Roman Dmitrievich

turtard@student.bmstu.ru

Shumilin Artem Aleksandrovich

shumilinaa@student.bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The study examines methods of working with gene mutations in animal husbandry. A comparison of technologies was conducted based on accuracy, efficiency, and impact on productivity. Experimental results included data on the effects of mutations on disease resistance, climate adaptation, and product quality. Based on these findings, a comparative analysis of the methods was performed. The most effective method was determined to be CRISPR/Cas9. Additionally, data on new radiation-induced mutations in the Chernobyl environment were collected.*

**Keywords:** *gene mutations, animal husbandry, CRISPR/Cas9, DNA sequencing, disease resistance, productivity, radiation, Chernobyl, evolution, adaptation*

УДК 620.92

## Определение эффективного фокусного расстояния гелиоконцентратора параболического типа

Кушпита Илья Мирославович

ilyaxx2005@gmail.com

Сверкунов Антон Павлович

sverkynovtoni@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Было проведено исследование, направленное на рассмотрение принципа действия и методики расчета эффективного фокусного расстояния гелиоконцентратора параболического типа. По завершении данного исследования были получены и, в дальнейшем, представлены результаты эксперимента по нагреву емкости с водой и выдвинута гипотеза о наиболее вероятных причинах потерь эффективности нагрева объекта гелиоконцентратором параболического типа. Результаты могут быть использованы для формирования модели расчета энергоэффективности гелиоконцентратора. Принцип действия основан на концентрации электромагнитного излучения солнца в области, где находится геометрический фокус параболической поверхности гелиоконцентратора.*

**Ключевые слова:** гелиоконцентратор, параболический тип, фокус, расстояние, расчет

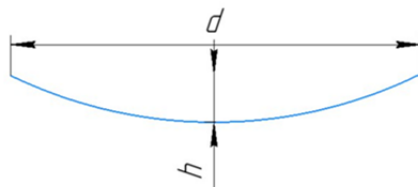
Первое упоминание о солнечной энергии относится к 1839 г., когда французский физик Э. Беккерель открыл эффект солнечной фотогальваники. Однако практическое использование солнечной энергии началось позже, в конце XIX в., когда в 1860-х годах были разработаны первые солнечные печи, использующие зеркала для концентрации солнечного света.

Первый крупный проект был разработан и построен советскими инженерами в Ташкенте в 1946 г. Это был параболоид диаметром 10 м. Долгое время этот проект оставался самым крупным, пока в 1968 г. во Франции не начал действовать параболоидный концентратор диаметром 54 м.

В дальнейшем, в 1980-е годы, в США была разработана система Solar One, состоящая из 1818 гелиостатов общей площадью отражающей поверхности 72650 м<sup>2</sup>.

Принцип действия параболического концентратора основан на концентрации электромагнитного излучения Солнца в области, где находится геометрический фокус параболической поверхности гелиоконцентратора.

Рассчитать фокальное расстояние возможно, зная уравнение параболы, образуемой рабочей поверхностью. Уравнение можно определить, зная две величины: диаметр гелиоконцентратора  $d$  и расстояние  $h$  от вершины параболы до диаметра. Здесь диаметром параболического гелиоконцентратора назван диаметр наибольшего круглого сечения параболоида, которое при этом было бы перпендикулярно фокальной оси (см. рисунок). Зная эти величины, можно подобрать уравнение параболы с помощью графического калькулятора.



Диаметр  $d$  и расстояние до диаметра наибольшего круглого сечения параболоида  $h$

По известному уравнению параболы, образующей поверхность гелиоконцентратора, можно определить не только фокальное расстояние, но и площадь отражающей поверхности. Параболоид получается вращением этой ветви параболы вокруг оси  $OX$ , а его площадь можно посчитать с помощью формулы площади поверхности фигуры вращения [1]. Интенсивностью солнечного электромагнитного излучения называется энергия, переносимая световым потоком за единицу времени через единицу площади, перпендикулярную направлению светового потока. На входе в атмосферу поток солнечного света имеет интенсивность порядка  $1,3 \text{ кВт/м}^2$ , но у поверхности Земли этот показатель значительно ниже [2] (в среднем  $635 \text{ Вт/м}^2$ ). Эта разница в интенсивности светового потока появляется в результате ряда эффектов:

- рассеяние: часть солнечного света рассеивается в разных направлениях на молекулах атмосферных газов и частицах пыли;
- поглощение: атмосфера также поглощает часть солнечного излучения;
- угол падения светового потока: интенсивность солнечного излучения также зависит от угла падения солнечных лучей на поверхность Земли;
- облачность: облака могут отражать, рассеивать и поглощать солнечный свет, уменьшая его интенсивность.

Попадая на какую-либо поверхность, свет частично отражается (если это не абсолютно черное тело ( $\theta=1$ )) и частично поглощается (если это не абсолютно белое тело ( $\theta=0$ )). Абсолютно черное и белое тела в данном случае не учитываются. Энергия отраженного света меньше, чем энергия той же волны до отражения, в силу эффекта поглощения. Поглощение света в твердых телах происходит, когда электромагнитные волны взаимодействуют с электронами атомов материала твердого тела, вызывая их переход на более высокие энергетические уровни.

Зная площадь параболоида  $S$ , отражательную способность его поверхности  $\theta$  и интенсивность падающего на него излучения  $n$ , можно рассчитать энергию излучения, проходящего через фокус параболоида.

Был проведен эксперимент по нагреву емкости с водой с помощью гелиоконцентратора. Площадь отражающей поверхности гелиоконцентратора  $S = 1,84 \text{ м}^2$ , коэффициент отражения алюминиевой пленки [3]  $\theta = 0,7$ , интенсивность солнечного излучения  $n = 635 \text{ Вт/м}^2$ . Гелиоконцентратор находился на улице и был ориентирован ортогонально к потоку солнечных лучей. Масса

алюминиевой кастрюли  $m_{ал} = 0,3$  кг, масса воды в ней  $m_{вод} = 1$  кг. Для расчета также необходим коэффициент поглощения алюминия [4]  $\varphi = (1-\theta) = 0,3$ . В ходе эксперимента удалось растопить помещенный в емкость снег и повысить температуру образовавшейся воды в емкости от  $-3$  °С (снег с температурой окружающей среды) до  $+21$  °С [3, 4].

Составим уравнение, показывающее какое количество теплоты  $Q$  потребовалось сообщить для нагрева на  $\Delta t = 24$  °С:

$$Q = m_{ал} \cdot c_{ал} \cdot \Delta t + m_{вод} \cdot c_{вод} \cdot \Delta t = 107,2 \text{ кДж.}$$

Мощность гелиоконцентратора  $N$  определяется уравнением:

$$N = S \cdot n \cdot \varphi \cdot \theta = 246,7 \text{ Вт.}$$

Из определения мощности:

$$\tau = \frac{Q}{N} \approx 435 \text{ с} = 7,25 \text{ мин.}$$

Замеры проводились 25 февраля 2025 года с 12:41 до 12:53, температура окружающего воздуха составляла примерно  $0$  °С, ветер в течение этого дня имел скорость  $2$  м/с.

В связи с неидеальными условиями практически любого эксперимента, при проведении данного эксперимента имела место конвекционная теплопередача от тела нагрева к окружающей среде, которую в данном расчете не учитывалась, вследствие чего возникает несоответствие расчетного времени нагрева и времени, которое было потрачено при проведении эксперимента.

## Литература

- [1] Ефимов А.В., Каракулин А.Ф., Коган С.М., Поспелов А.С., Шостак Р.Я. *Сборник задач по математике для втузов*. Москва, Изд-во физико-математической литературы, 2001, т. 2, 172 с.
- [2] *Черное и белое*. URL: [https://photographerslib.ru/books.php?book\\_id=0003.0011&clckid=1e9ec385](https://photographerslib.ru/books.php?book_id=0003.0011&clckid=1e9ec385) (дата обращения 10.02.2025).
- [3] *Солнечное излучение*. URL: <http://uekvarma.ru/poleznaya-informatsiya/solnechnoe-izluchenie> (дата обращения 10.02.2025).
- [4] Нефедов С.С., Епифанов В.И., Гаркуша К.В. Методика расчета концентраторной системы с многоугольными жалюзийными гелиостатами. *Энергетика. Транспорт*, 2021, № 1 (143), с. 35–39.



## Determination of the effective focal length of a parabolic type solar concentrator

Kushpita Ilya Miroslavovich

ilyaxx2005@gmail.com

Sverkunov Anton Pavlovich

sverkynovtoni@mail.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Our group conducted a study aimed at considering the principle of operation and methodology for calculating the effective focal length of a parabolic type solar concentrator. Upon completion of this study, the results of an experiment on heating a container with water were obtained and, subsequently, presented, and a hypothesis was put forward about the most likely causes of losses in the heating efficiency of an object by a parabolic type solar concentrator. The results can be used to form a model for calculating the energy efficiency of a solar concentrator. The principle of operation is based on the concentration of electromagnetic radiation from the sun in the area where the geometric focus of the parabolic surface of the solar concentrator is located. This can be either a fairly large area (a central receiver in industrial systems), or not at all (in home systems). The object of heating can be a large capacity or a coil of the heating system.*

**Keywords:** solar concentrator, parabolic type, focus, distance, calculation

УДК 575.224.2

## Влияние мутаций на растения

Фецков Михаил Игоревич

fmi23km220@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрен вопрос позитивных и негативных мутаций растений, включая их формирование. На различных примерах рассмотрены полезные и деструктивные мутации, а также влияние различных химических мутагенов на мутацию генома растений. Представлено влияние мутагенеза на растениеводческую деятельность человека, включая основы формирования полезных и деструктивных мутаций. Сделаны выводы о том, что позитивные мутации растений позволяют расширить возможности выращивания растений в различных средах, а также были сделаны выводы о перспективах применения мутагенеза в растениеводстве.*

**Ключевые слова:** мутации, мутагенез, растениеводство, перспективы применения

Мутации играют важную роль в генетической эволюции растений и являются источником биологического разнообразия. Эти изменения в генетическом материале могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия для растений, и именно благодаря мутациям растения могут адаптироваться к изменяющимся условиям среды.

Мутации — это изменения в последовательности ДНК растения, которые могут возникать в процессе репликации генетического материала. Эти изменения могут быть вызваны различными факторами, включая:

- естественные мутации: происходят случайно в процессе клеточного деления;

- индуцированные мутации: вызываются внешними факторами, такими как радиация, химические вещества (например, мутагены) или даже обработка растения высокой температурой.

Мутации могут быть различного типа и влиять на растения по-разному.

**Точечные мутации.** Замена, добавление или удаление одного или нескольких нуклеотидов в ДНК. Это может привести к изменению структуры белка, что влияет на функциональность клеток. Пример: мутация в гене, ответственном за синтез пигментов, может привести к изменению цвета цветка.

**Делеции и инсерции.** Удаление или добавление больших фрагментов генетического материала. Это может нарушить функциональность генов или создать новые функции. Пример: удаление гена, отвечающего за устойчивость к болезням, может сделать растение более уязвимым.

**Хромосомные мутации.** Включают изменения в структуре хромосом, такие как дупликации, инверсии или транспозиции, которые могут значительно изменить физиологию растения. Пример: хромосомные мутации могут привести к изменению скорости роста или повышению устойчивости к стрессам.

*Геномные мутации.* Изменения, которые касаются всего генома, такие как полиплоидия (удвоение числа хромосом). Этот тип мутации часто используется в сельском хозяйстве для создания культур с улучшенными характеристиками, такими как более крупные плоды или повышенная урожайность. Пример: полиплоидные растения, такие как многие сорта пшеницы или картофеля, имеют более крупные клубни или зерна.

Мутаций имеют как положительные, так и отрицательные эффекты.

*Положительные эффекты:* устойчивость к болезням и вредителям. Мутации могут привести к появлению новых сортов растений с высокой устойчивостью к вирусам, грибкам или насекомым. Например, некоторые сорта риса или пшеницы были созданы с помощью мутаций, которые делают их менее восприимчивыми к грибковым инфекциям.

Улучшенные агрономические качества: мутации могут повысить урожайность, улучшить размер или вкус плодов, а также ускорить рост.

Адаптация к условиям окружающей среды: мутации могут помочь растениям приспособиться к изменяющимся климатическим условиям, таким как засуха, жаркие температуры или соленая почва.

*Отрицательные эффекты:* потеря полезных признаков. Мутации могут вызывать потерю важных для растения характеристик, таких как качество урожая или устойчивость к неблагоприятным условиям.

Негативные экосистемные последствия: неконтролируемые мутации, особенно если они происходят в природе, могут привести к изменению экосистемы или вымиранию определенных видов растений.

Рассмотрено влияние мутагенеза на растениеводство, включая молекулярные основы формирования полезных и деструктивных мутаций. На примере исследований подсолнечника [1], пшеницы [2], гречихи [3] и пасленовых [4] показано, что позитивные мутации способствуют повышению устойчивости к экстремальным условиям. Так, внеядерные мутации подсолнечника усилили резистентность растений к засолению и засухе [5], а мутантные формы гречихи продемонстрировали улучшение технологических качеств зерна, включая увеличение содержания белка.

Однако выявлены и негативные эффекты. Например, мутации генов гиббереллинов у пшеницы приводят к карликовости из-за нарушения синтеза фитогормонов, а альбиносные формы пасленовых теряют хлорофилл, что снижает фотосинтез и урожайность [5].

Актуальность исследования обусловлена растущим спросом на устойчивые сорта в условиях климатических изменений. Химические мутагены, такие как EMS, эффективны для создания новых признаков, но, как показали эксперименты с яровой мягкой пшеницей (Кротова, 2010), требуют контроля из-за риска геномной нестабильности. Спонтанные мутации, например альбинизм [5], реже вызывают радикальные нарушения, но их применение ограничено снижением фотосинтетической активности.

Мутагенез остается ключевым инструментом в селекции, но его использование должно сопровождаться строгим отбором. Перспективным направ-

лением является комбинация индуцированных и естественных мутаций. Например, индуцированный мутагенез позволяет быстро получить признаки (устойчивость к патогенам, улучшенный состав зерна, а спонтанный — стабилизировать их [5]. Такой подход, как показано на примере пшеницы и пасленовых [5], минимизирует риски и оптимизирует селекционные программы.

## Литература

- [1] Усатов А.В., Машкина Е.В., Даниленко В.А., Колоколова Н.С., Влияние внеядерных мутаций подсолнечника на устойчивость растений к экстремальным факторам внешней среды. *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, 2004, № 4, с. 62–65.
- [2] Билова Т. Е., Рябова Д.Н., Анисимова И.Н., Молекулярные основы формирования карликовости у культурных растений. Сообщение I. нарушения роста из-за мутаций генов метаболизма и сигналинга гиббереллинов. *Сельскохозяйственная биология*, 2016, т. 51, № 1, с. 3–16.
- [3] Фесенко А.Н., Фесенко И.Н., Технологические качества зерна новых мутантных форм гречихи. *Земледелие*, 2015, № 3, с. 43–45.
- [4] Кротова Л.А., Химические мутагены как фактор получения различных мутаций у яровой мягкой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2010, № 2 (64), с. 28–31.
- [5] вдеев Ю.И., Авдеев А.Ю., Кигашпаева О.П., Спонтанные альбиносные мутации пасленовых культур, восстановление их вегетативного и генеративного развития, использование в селекции и растениеводстве и урожайность без хлорофилла. *Астраханский вестник экологического образования*, 2013, № 4 (26), с. 183–201.

## The effect of mutations on plants

Fetskov Mikhail Igorevich

fmi23km220@student.bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*In this work, the issue of positive and negative mutations of plants, including their formation, was considered. Using various examples, beneficial and destructive mutations are considered, as well as the effect of various chemical mutagens on plant genome mutations. The influence of mutagenesis on human plant production is presented, including the basis for the formation of beneficial and destructive mutations. It is concluded that positive plant mutations can expand the possibilities of growing plants in various environments, and conclusions were drawn about the prospects for the use of mutagenesis in crop production.*

**Keywords:** *mutations, mutagenesis, crop production, prospects for application*

УДК 575.224

## Типы альбинизма у человека и заболевания связанные с ним

Забобурин Георгий Геннадьевич    zaboburingg@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена литература по теме мутагенез, разновидности мутагенеза, альбинизм у человека, особенности и разновидности альбинизма у человека, заболевания, связанные с альбинизмом — редким генетическим состоянием, которое может иметь разные формы и проявления в зависимости от типа мутации. Проведен анализ современных методов выявления альбинизма. На основе полученных данных были выяснены методы диагностики альбинизма, типы альбинизма, основные черты альбинизма. Выяснены почти точные цифры числа рождения альбиносов среди людей разных этнических групп.*

**Ключевые слова:** мутагенез, альбинизм, типы альбинизма

Альбинизм — гетерогенная группа наследственных заболеваний, в основе патогенеза которых лежит нарушение биосинтеза меланина, приводящее к полному или частичному его отсутствию [1]. Альбинизм у человека — это генетическое заболевание, характеризующееся отсутствием или значительным снижением синтеза меланина, пигмента, который придает цвет коже, волосам и глазам. Из-за этого у людей с альбинизмом кожа, волосы и глаза могут быть очень светлыми или практически бесцветными. Это состояние может варьироваться по степени выраженности и иметь различные типы, в зависимости от причины и механизма возникновения. Альбиносы часто имеют чувствительные глаза и заболевания органов зрения. Отсутствием пигмента может быть обусловлен красный цвет радужки глаза за счет просвечивающих кровеносных сосудов. Необходимо отметить, что проявление цвета глаз, волос и кожи зависит от ряда генетических закономерностей и действия различных генов. Однако в случае альбинизма речь идет об отсутствии пигмента, определяющего их окраску.

Цель данной работы — исследование типов альбинизма и заболевания связанных с альбинизмом.

Задачи: анализ известных в данный момент видов альбинизма, видов заболеваний, проявляющихся вместе с альбинизмом и методов диагностики альбинизма.

Причины появления альбинизма у человека следующие.

Альбинизм является наследственным заболеванием, передающимся Х-связанным и аутосомно-рецессивным путем. Это означает, что патологический ген передается от родителей к ребенку через Х-хромосому. Будет ребенок больным или только носителем болезни, в данном случае зависит от пола и наличия этого гена у одного или двух родителей, так как у женщин в половых клетках находится Х-хромосома, а у мужчин — или Y, или X.

Ранее все случаи альбинизма разделяли только по фенотипическим проявлениям — полный и неполный. К первому относились все типы глазо-кожного альбинизма, которые характеризуются выраженными нарушениями пигментации глаз, кожи и ее придатков. К неполным формам относили глазные типы заболевания, а также те разновидности патологии, которые приводили к пятнистости кожи. В настоящее время применяют генетическую классификацию, в рамках которой выделяют такие виды альбинизма:

- глазной альбинизм;
- глазо-кожный альбинизм;
- редкие наследственные синдромы в сочетании с альбинизмом.

К заболеваниям третьей группы относятся такие заболевания как:

- синдром Германски — Пудлака;
- синдром Чедиака — Хигаси [1].

Бывают случаи, когда альбинизм представляет собой лишь один из признаков болезни и даже проявляться он может не полностью, а лишь частично. К таким основным синдромам относят:

- синдром Грисцелли;
- синдром Ваарденбурга;
- синдром альбинизма-глухоты Титца (синдром Титца, TADS);
- болезнь Аландских островов [1].

Основной чертой альбинизма является поражение кожных покровов, вследствие которого у людей в течение жизни часто развиваются такие синдромы и образования:

- гипотиреоз или алопеция;
- гипертрихоз;
- проблемы в работе потовых желез;
- кератома;
- телеангиэктазия (расширение кровеносных сосудов в коже, что становится причиной появления сосудистых красных пятнышек в виде звездочек);
- эпителиома (развитие образований в виде язвочек, узелков, бляшек, уплотнений);
- актинический хейлит (воспаление кожи губ, причиной которого являются солнечные лучи) [2].

Альбинизм является редкой генной мутацией — среднемировой показатель составляет 1 альбинос на каждые 20 000 новорожденных. Но у некоторых этнических групп этот показатель значительно выше. Альбиносы в Африке к югу от Сахары рождаются чаще. Так, в Танзании примерно один из 1400 человек — альбинос. Это связывают с эффектом основателя (соответствующая мутация возникла на этой территории и имеет там наиболее высокую частоту). А у индейской народности куна на каждые 145 человек приходится один альбинос [3].

Альбинизм — редкое, клинически и генетически гетерогенное состояние с множеством форм, но, несмотря на длительность и большое количество проводимых исследований, не до конца изученное [4].

Таким образом, на основе анализа литературы можно сделать следующие выводы:

- альбинизм вовсе не просто мутация, из-за которой кожа меняет цвет на менее естественный. Это мутация, приводящая к множеству заболеваний кожи;
- во многих случаях альбинизм представляет не самостоятельную проблему проблема человека, а лишь одну из многих генетических проблем;
- в настоящее время существует множество неизученных аспектов болезни [5].

У животных также встречаются аналогичные альбинизму заболевания: меланизм, абундизм и др. Индустриальный меланизм представляет, по сути, морфологическую адаптацию животных к меняющимся условиям, и не может рассматриваться в качестве патологии. Однако для понимания механизмов возникновения и проявления патологий изучение данных примеров представляет особый интерес.

## Литература

- [1] Кадышев В.В., Рязская С.А., Халанская О.В. и др. Клинико-генетические аспекты альбинизма. *Клиническая офтальмология*, 2021, № 21 (3), с. 175–180. <https://doi.org/10.32364/2311-7729-2021-21-3-175-180>
- [2] Альбинизм. URL: <https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/genetic/albinism> (дата обращения 12.03.2025).
- [3] Рубан Э.Д. *Генетика человека с основами медицинской генетики*. Ростов-на-Дону, Феникс, 2013, 319 с.
- [4] Альбинизм. URL: <https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/genetic/albinism> (дата обращения 12.03.2025).
- [5] Ткачук Е.А., Семинский И.Ж. Классификация наследственных заболеваний (лекция). *Байкальский медицинский журнал*, 2023, № 2, с. 77–86.

## Types of albinism in humans and diseases associated with it

Zaboburin George Gennadievich      zaboburingg@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The literature on the topic of mutagenesis, types of mutagenesis, albinism in humans, features and types of albinism in humans, diseases associated with albinism was reviewed. An analysis of modern methods for identifying albinism was conducted. Based on the data obtained, methods for diagnosing albinism, types of albinism, and the main features of albinism were clarified. Almost exact figures for the number of albinos born among people of different ethnic groups were clarified.*

**Keywords:** *mutagenesis, albinism, types of albinism*

УДК 575.224

## Выведение животных, которые могут использоваться в медицине

Елисеев Глеб Александрович

eliseevga@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрена ключевая роль трансгенных технологий в развитии современной медицины. Описана эволюция методов от первых случайных генетических модификаций до высокоточного редактирования генома. Подчеркнуты преимущества использования трансгенных животных для создания моделей человеческих заболеваний, производства биопрепаратов и разработки новых терапевтических подходов. Особое внимание уделено применению трансгенных животных в разработке персонализированных методов лечения, моделировании сложных патологий и производстве рекомбинантных белков и антител.*

**Ключевые слова:** трансгенные животные, генная инженерия, редактирование генома, биопрепараты, модели заболеваний, персонализированная медицина

В последние десятилетия биомедицина и генетика претерпели значительные изменения, что привело к появлению новых подходов и технологий, способствующих улучшению здоровья человека и лечению различных заболеваний. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является создание трансгенных животных, которые могут служить источником биологически активных соединений, необходимых для разработки новых лекарств и терапий. С помощью генетической модификации можно создавать животных, которые обладают генетическими дефектами или характеристиками, схожими с заболеваниями человека. Эти животные используются для изучения патогенеза заболеваний, разработки и тестирования новых лекарств, например рака, диабета, болезней Альцгеймера, гипертензии и др. Так мыши с измененным геном, которые развивают опухоли, используются для исследования механизмов опухолевого роста и тестирования химиотерапевтических препаратов.

Создание трансгенных животных открыло новые горизонты в области медицины, предоставляя мощный инструмент для более глубокого понимания болезней и разработки новых терапевтических подходов. Первые трансгенные мыши были созданы в 1974 г., что положило начало большим достижениям в генетической инженерии и биомедицинских исследованиях [1].

Трансгенные животные представляют собой одну из важнейших инновационных технологий в медицинской сфере, влияя на производство лекарств и вакцин. С помощью генной инженерии можно создать животные модели заболеваний, что позволяет исследовать механизмы патогенеза и разрабатывать новые препараты на основе полученных данных [2].

Помимо этого, трансгенные животные также приносят полезные данные для изучения генетических и метаболических процессов. Это открывает воз-



возможности для дальнейшей оптимизации лечения многих заболеваний, что имеет большое значение для улучшения качества жизни пациентов [3].

Трансгенные животные приносят широкие преимущества в медицинскую практику, поскольку их возможности значительно превышают традиционные методы получения лекарств.

Развитие трансгенных технологий в последние десятилетия открывает новые горизонты для медицины и биотехнологий. Одним из наиболее значимых аспектов из этих исследований является создание трансгенных животных, которые служат моделями для изучения заболеваний, разрабатываемых терапий и испытания лекарств. Главным примером таких животных служит домовая мышь (*Mus musculus*), которая использовалась в генетических исследованиях с целью понять механизмы заболеваний, включая онкологию [4].

Помимо моделей для изучения заболеваний, трансгенные животные имеют значительное применение в производстве медицинских препаратов. Их способность синтезировать белки, которые невозможно получить другими способами, открывает дверь к созданию новых и более эффективных лекарств.

Современные трансгенные животные становятся важным инструментом в медицинских исследованиях и иногда заменяют традиционные методы получения биомедицинских препаратов. Возможность создания животных с заранее заданными генетическими особенностями расширяет горизонты для разработки эффективных методов диагностики и терапии различных заболеваний. Такие животные могут производить специфические белки, или лекарственные препараты, что актуально для лечения ряда заболеваний, включая редкие наследственные болезни и онкологию [4].

Поскольку трансгенные модели позволяют исследовать молекулярные механизмы заболеваний, они становятся основой для создания новых терапий. Пример успешного использования трансгенных животных для производства лекарств — это получение рекомбинантных белков.

Постепенно трансгенные животные начинают занимать все более важное место в разработке новых препаратов и методов лечения. Их значение в медицине будет только расти, учитывая постоянное развитие технологий и новые вызовы, с которыми сталкивается современная наука.

Выведение животных для использования в медицине открывает широкие возможности для прогресса в области лечения, диагностики и разработки новых медицинских технологий. Однако такие подходы требуют строгого контроля, соблюдения этических стандартов и разработки альтернативных методов, чтобы минимизировать страдания животных и обеспечить безопасность для человека.

## Литература

- [1] Трансгенные животные и современная медицина: сломать, чтобы починить. URL: <https://biomolecula.ru/articles/transgennye-zhivotnye-i-sovremennaja-meditsina-sloamat-chtoby-pochinit> (дата обращения 25.02.2025).
- [2] Сапармырадов Р.Д., Денданова Л. Использование трансгенных животных для получения биологически активных веществ. *Наука и мировоззрение*, 2025, с. 1–7.

- [3] Трансгенные животные. Биотехнология и ее применение. URL: <https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-ru&url=https://www.geeksforgeeks.org/transgenic-animals-biotechnology-and-its-application/> (дата обращения 25.02.2025).
- [4] Трансгенные животные и современная медицина: сломать, чтобы починить. URL: <https://gosniipp.ru/ru/news/biologiya-i-medicina/20250328/transgenno-zhivotnie-i-sovremennaya-medicina-sloamat> (дата обращения 25.02.2025).

## Breeding of animals that can be used in medicine

Eliseev Gleb Alexandrovich

[eliseevga@student.bmstu.ru](mailto:eliseevga@student.bmstu.ru)

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The key role of transgenic technologies in the development of modern medicine is considered. The evolution of methods from the first random genetic modifications to high-precision genome editing is described. The advantages of using transgenic animals to create models of human diseases, manufacture biological products, and develop new therapeutic approaches are emphasized. Special attention is paid to the use of transgenic animals in the development of personalized treatment methods, modeling of complex pathologies, and production of recombinant proteins and antibodies.*

**Keywords:** *transgenic animals, genetic engineering, genome editing, biologics, disease models, personalized medicine*

УДК 575.224.22

## Современные методы геномного редактирования сельскохозяйственных животных: сравнительный анализ эффективности и перспектив применения

Махиня Глеб Вадимович

mgv24ki211@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен анализ современных технологий геномного редактирования, применяемых в селекции сельскохозяйственных животных. Основное внимание уделено сравнительной характеристике трех ключевых методов: системы CRISPR-Cas9, технологии TALEN и маркер-ассоциированной селекции (MAS). На основе экспериментальных данных международных исследований подробно рассмотрены такие аспекты, как точность редактирования, временные и экономические затраты, практическая эффективность внедрения. Особое значение придается анализу конкретных примеров применения этих технологий в свиноводстве, скотоводстве и птицеводстве. Освещены актуальные этические и регуляторные вопросы, связанные с использованием методов геномного редактирования в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** геномное редактирование, CRISPR-Cas9, TALEN, маркер-ассоциированная селекция, сельскохозяйственные животные, продуктивность, биоэтика

Современное животноводство сталкивается с рядом серьезных вызовов, включая необходимость увеличения продуктивности, улучшения качества продукции и повышения устойчивости животных к заболеваниям. Традиционные методы селекции, требующие многолетней работы, зачастую не могут обеспечить быстрое решение этих задач. В этом контексте технологии геномного редактирования открывают новые возможности для ускоренной селекции сельскохозяйственных животных [1].

Среди множества современных подходов особого внимания заслуживают три основных метода: система CRISPR-Cas9, позволяющие точно редактировать геном. Технология TALEN, обеспечивающая высокоспецифичное воздействие на целевые участки ДНК. Маркер-ассоциированная селекция (MAS), основанная на отборе животных по молекулярным маркерам без непосредственного изменения генома [2].

В ходе работы был проведен систематический анализ данных 15 международных исследовательских проектов, реализованных в период с 2018 по 2023 гг. Основными источниками информации послужили публикации в рецензируемых научных журналах, включая Nature Biotechnology, PLOS Pathogens и Science China, а также отчеты ведущих исследовательских институтов [3].

Для объективного сравнения методов были выбраны следующие критерии оценки:

- точность редактирования, определяемая как процент успешных модификаций целевого гена;
- частота нецелевых (офф-таргетных) эффектов;
- временные затраты на получение жизнеспособных модифицированных особей;
- экономическая эффективность внедрения;
- практические результаты применения в производственных условиях.

Особое внимание уделялось анализу конкретных примеров реализации технологий:

- создание линии свиней с нокаутом гена CD163, обеспечивающего устойчивость к репродуктивно-респираторному синдрому;
- редактирование гена миостатина у крупного рогатого скота для увеличения мышечной массы;
- применение маркер-ассоциированной селекции в программах улучшения птицы.

Система CRISPR-Cas9 продемонстрировала наилучшие показатели среди всех рассматриваемых методов. Экспериментальные данные свидетельствуют, что точность редактирования этим методом составляет 85–95 % при частоте офф-таргетных эффектов не более 3–5 %. Средний срок получения жизнеспособных модифицированных животных — 6–12 месяцев, что в 2–3 раза быстрее по сравнению с традиционными методами селекции.

Технология TALEN, несмотря на несколько более высокую специфичность (90–98 % целевых мутаций), требует значительно больше времени на разработку и реализацию (12–18 месяцев). Кроме того, стоимость проектов с использованием TALEN в 3–5 раз превышает аналогичные показатели для CRISPR-Cas9.

Маркер-ассоциированная селекция показала следующие результаты: точность предсказания фенотипа по молекулярным маркерам составила 65–80 % для количественных признаков и до 90 % для качественных признаков [4]. Хотя MAS не позволяет непосредственно изменять геном, этот метод имеет важное преимущество — отсутствие регуляторных ограничений, характерных для технологий геномного редактирования.

Наиболее значимые успехи были достигнуты в следующих направлениях:

- в свиноводстве создание линий, устойчивых к репродуктивно-респираторному синдрому (PRRS) позволило сократить экономические потери на 15–20 % [4];
- в скотоводстве редактирование гена миостатина привело к увеличению мышечной массы на 18–20 % без негативного влияния на здоровье животных [4];
- в птицеводстве внедрение маркер-ассоциированной селекции способствовало снижению смертности от лейкоза на 30 %.

Несмотря на впечатляющие достижения, технологии геномного редактирования сталкиваются с рядом серьезных вызовов:

- технические ограничения, включая проблему мозаицизма (неполное редактирование клеток эмбриона) и остаточные офф-таргетные эффекты;

- регуляторные барьеры, особенно выраженные в странах ЕС, где действуют жесткие ограничения на использование ГМО в сельском хозяйстве;
- этические вопросы, связанные с благополучием генетически модифицированных животных и возможными экологическими рисками.

В будущем ожидается значительный прогресс в следующих направлениях:

- разработка искусственных систем выращивания эмбрионов, что позволит минимизировать страдания животных;
- создание новых версий CRISPR с повышенной точностью и минимальными побочными эффектами;
- активное внедрение методов искусственного интеллекта для прогнозирования последствий генетических модификаций.

## Литература

- [1] Whitworth K.M., Lee K., Benne J.A. Use of the CRISPR/Cas9 System to Produce Genetically Engineered Pigs from In Vitro-Derived Oocytes and Embryos. *Biology of Reproduction*, 2014, vol. 91, no. 3, pp. 78–90. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.114.121723>
- [2] Зиновьева Н.А., Волкова Н.А., Багиров В.А., Брем Г. Трансгенные сельскохозяйственные животные: современное состояние исследований и перспективы. *Экологическая генетика*, 2015, т. 13, № 2, с. 58–76.
- [3] Смирнов А.В., Юнусова А.М., Лукьянчикова В.А., Баттулин Н.Р. Система CRISPR/Cas9 — универсальный инструмент геномной инженерии. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 2016, т. 20, № 4, с. 493–510. <https://doi.org/10.18699/VJ16.175>
- [4] Hai T., Teng F., Guo R. One-step generation of knockout pigs by zygote injection of CRISPR-Cas system. *Cell Res.*, 2014, vol. 24, pp. 372–375. <https://doi.org/10.1038/cr.2014.11>

## Modern methods of genomic editing of farm animals: comparative analysis of effectiveness and application prospects

Makhinya Gleb Vadimovich

mgv24ki211@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This paper presents an analysis of modern genomic editing technologies used in the breeding of farm animals. The main focus is on the comparative characteristics of three key methods: the CRISPR-Cas9 system, TALEN technology, and marker-associated breeding (MAS). Based on experimental data from international research, aspects such as editing accuracy, time and economic costs, and practical implementation efficiency are considered in detail. Particular importance is attached to the analysis of specific examples of the use of these technologies in pig, cattle and poultry farming. The paper also highlights current ethical and regulatory issues related to the use of genomic editing methods in agriculture.*

**Keywords:** *genomic editing, CRISPR-Cas9, TALEN, marker-associated breeding, farm animals, productivity, bioethics*

УДК 620.98

## Гибридная электроустановка на основе водородного и микробного топливных элементов

Шендо Серафим Александрович

shendo@mail.ru

Клышников Алексей Юрьевич

a.klyshnikov@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено развитие гибридных зарядных систем для электромобилей, сочетающих микробные топливные элементы и водородные технологии. Проанализированы преимущества таких систем, включая утилизацию органических отходов, автономность работы и экологичность, а также ключевые технологические ограничения. Особое внимание уделено перспективам повышения эффективности биотехнологических компонентов и интеграции интеллектуальных систем управления. Определены основные направления исследований и условия для успешного внедрения данных решений в практику.*

**Ключевые слова:** гибридные зарядные системы, микробные топливные элементы, водородные технологии, энергоэффективность

Электромобили представляют собой транспортные средства, приводимые в движение одним или несколькими электродвигателями, которые получают энергию от аккумуляторных батарей или иных накопителей электричества. Основным преимуществом электромобилей является отсутствие выбросов вредных веществ в процессе движения, поскольку их работа не связана с сжиганием топлива, хотя косвенное влияние на экологию зависит от способа генерации электроэнергии, используемой для зарядки аккумуляторов [1].

Перспективным направлением развития устойчивой зарядной инфраструктуры для электромобилей является создание гибридных энергетических систем, объединяющих ВИЭ с инновационными технологиями преобразования биомассы и водородной энергетики. В рамках данной концепции предлагается интеграция микробных топливных элементов (МТЭ) и водородных топливных элементов (ВТЭ) в качестве дополнительных источников энергообеспечения, что позволит повысить надежность системы, обеспечить круглосуточную работу зарядных станций и реализовать принципы циркулярной экономики за счет утилизации органических отходов [2].

Микробные топливные элементы в данной системе выполняют функцию биологических преобразователей, вырабатывающих электроэнергию за счет окисления органических субстратов (например, сточных вод, сельскохозяйственных отходов или специально культивируемых микроводорослей) электрогенными микроорганизмами. В конструкции МТЭ анодная камера заполнена бактериальным консорциумом, который в процессе метаболизма разлагает органику, выделяя электроны и протоны. Электроны через внешнюю цепь поступают на катод, где в сочетании с протонами и кислородом

образуется вода, генерируя электрический ток. Преимуществом данной технологии является возможность использования в качестве сырья широкого спектра органических отходов, что превращает зарядные станции не только в потребителей, но и в утилизаторы биологических отходов [3].

Водородные топливные элементы в предлагаемой системе выполняют две ключевые функции: во-первых, они служат резервным источником энергии в периоды недостаточной генерации от ВИЭ и МТЭ, во-вторых, они обеспечивают хранение избыточной энергии в форме водорода, производимого методом электролиза воды с использованием электричества. В периоды пикового спроса на зарядку или при отсутствии ветра и солнца накопленный водород подается в ВТЭ, где в результате реакции с кислородом генерируется электричество с выделением в качестве побочного продукта только воды. Для повышения эффективности системы может быть реализована схема комбинированного использования биоводорода (получаемого в процессе переработки органики в МТЭ) и «зеленого» водорода (производимого электролизерами на ВИЭ) [4].

Синергия между компонентами системы обеспечивается за счет интеллектуальной системы управления энергопотоками, которая в реальном времени оптимизирует распределение энергии между [5]:

- непосредственным потреблением от ВИЭ;
- накоплением в литий-ионных батареях;
- производством и хранением водорода;
- генерацией от МТЭ.

Такая архитектура позволяет достичь нескольких стратегических преимуществ:

- максимальное использование местных возобновляемых ресурсов (солнечная/ветровая энергия + органические отходы);
- создание замкнутых циклов переработки отходов в энергию;
- обеспечение энергонезависимости зарядной инфраструктуры;
- минимизация углеродного следа транспортного сектора.

В рамках данного исследования проведен комплексный анализ эффективности различных компонентов гибридной энергетической системы, включая ВИЭ, МТЭ и водородные технологии. Первоначальный этап работы предполагает детальную оценку энергетической эффективности каждого компонента системы в различных климатических и эксплуатационных условиях.

На основании полученных данных будет разработана математическая модель, интегрирующая все компоненты системы в единый энергетический комплекс. Модель будет включать:

- алгоритмы оптимального распределения энергетических потоков;
- систему прогнозирования генерации на основе метеоданных;
- механизмы управления запасанием энергии;
- протоколы взаимодействия между различными компонентами.

Заключительным этапом исследования станет создание действующего прототипа зарядной станции, который будет включать:

- блок микробных топливных элементов суммарной мощностью 2 кВт;
- водородный модуль с электролизером и топливными элементами;
- систему накопления энергии на литий-ионных аккумуляторах;
- интеллектуальную систему управления.

Экспериментальная эксплуатация прототипа позволит провести верификацию математических моделей, оценить реальные показатели эффективности системы и выявить потенциальные направления для оптимизации. Полученные результаты лягут в основу рекомендаций по масштабированию технологии и ее внедрению в реальных условиях городской инфраструктуры.

## Литература

- [1] Вахрушев М.А. Анализ эффективности использования зарядных станция для электромобилей. *Столыпинский вестник*, 2022, № 4, с. 2319–2331.
- [2] Радченко Р.В., Мокрушин А.С., Тюльпа В.В. *Водород в энергетике*. Екатеринбург, УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2014, 234 с.
- [3] Кусачева С.А., Сашенко И.И., Черняев С.И., Гришакова В.В., Сафронова М.Е. К вопросу об унификации критериев сопоставления различных микробных топливных элементов. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 12, с. 184–187.
- [4] Базиева А.М., Заднепровская Е.В., Аллаhverдиев С.И. Получение биоводорода: последние достижения и современное состояние. *Глобальная энергия*, 2022, т. 28, № 4, с. 59–78.
- [5] Захаров Е.В., Сульимова Т. Д., Стом Д.И. Получение электрического тока из сельскохозяйственных отходов при помощи микробных топливных элементов. *Биотехнология и общество в XXI веке. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 2015, с. 350–352.

## Hybrid electric power plant based on a microbial fuel cell and hydrogen

Shendo Serafim Aleksandrovich

Shendo@mail.ru

Klyshnikov Aleksey Yuryevich

a.klyshnikov@mail.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article considers the development of hybrid charging systems for electric vehicles that combine microbial fuel cells and hydrogen technologies. The advantages of such systems, including waste disposal, autonomy of operation and environmental friendliness, as well as the main technological limitations, are analyzed. Particular attention is paid to increasing the efficiency of biotechnological components and intelligent control systems. The main areas of research and conditions for obtaining solutions for data processing in practice are determined.*

**Keywords:** *hybrid charging systems, microbial fuel cells, hydrogen technologies, energy efficiency*



УДК 620.92

## Солнечные панели — возможность использования

Спиридонов Алексей Владимирович

leha.spiridonov.20@bk.ru

Медведев Никита Васильевич

medvedev-nikita1234@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Солнечные панели, как один из наиболее перспективных методов энергосбережения, становятся все более актуальными в условиях глобальных изменений климата и растущей потребности в устойчивых источниках энергии. В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к возобновляемым источникам энергии, и солнечная энергетика занимает в этом контексте особое место. Солнечные панели, преобразующие солнечную энергию в электрическую, представляют собой не только технологическое достижение, но и важный шаг к снижению зависимости от ископаемых видов топлива, что, в свою очередь, способствует уменьшению выбросов парниковых газов и улучшению экологической ситуации на планете.*

**Ключевые слова:** фотоэлектрический эффект, полупроводниковые материалы, функционирование в пасмурную погоду

Солнечные панели — это устройства, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую с помощью фотогальванических (фотовольтаических) элементов. Использование солнечных панелей становится все более популярным, поскольку они являются экологически чистым источником энергии, не загрязняющим окружающую среду и снижающим зависимость от традиционных ископаемых источников энергии. Солнечные панели — это универсальный и экологически чистый источник энергии, который может быть использован в различных сферах, от бытового и коммерческого применения до сельского хозяйства и транспорта. С развитием технологий и снижением стоимости установки солнечные панели становятся доступнее и эффективнее, предоставляя множество возможностей для устойчивого энергетического будущего.

Солнечные панели часто используются для обеспечения домов электроэнергией, особенно в регионах, где есть достаточное количество солнечных дней в году. Установка солнечных панелей на крышах зданий позволяет снизить зависимость от электрических сетей и уменьшить расходы на электроэнергию. Солнечные панели широко используются в крупных солнечных электростанциях (СЭС), которые могут производить огромное количество электричества для крупных потребителей, таких как города и промышленные предприятия. В удаленных регионах, где нет доступа к централизованным электросетям, солнечные панели могут быть отличным решением для обеспечения электричеством домов, школ, больниц и других объектов.

Солнечные панели работают на основе фотоэлектрического эффекта, который был открыт А. Беккерелем в 19 в. Это явление позволяет превращать

солнечную энергию в электричество благодаря свойствам полупроводниковых материалов. В 1954 г. был создан первый прототип солнечной панели, использующий кремний. Современные солнечные батареи состоят из множества кремниевых пластин, на которых при взаимодействии с солнечным светом высвобождаются электроны, создавая электрический ток [1]. Срок службы таких панелей достигает 25 лет, и они могут функционировать даже в пасмурную погоду, что делает их надежным источником энергии [2].

Единственным значительным требованием к солнечным панелям является необходимость регулярной очистки их поверхности от снега и пыли, поскольку это значительно влияет на их производительность. Очистление панелей позволяет увеличить эффективность производства электроэнергии, что особенно важно в регионах с частыми снегопадами или пыльными бурями. Важно отметить, что панели могут производить от 40 до 850 Вт в зависимости от условий установки и выбранной модели.

Эффективность солнечных панелей играет решающую роль в развитии солнечной энергетики, так как именно от этого параметра зависит, сколько энергии может быть получено в различных условиях. Чтобы понять эффективность солнечных панелей, необходимо проводить расчет, который включает множество взаимосвязанных факторов [3].

В ходе исследования получены следующие данные.

С помощью калькулятора солнечных панелей произведем расчет электроэнергии и подбор оборудования для энергоснабжения УКЛЗ Кампуса КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Среднее потребление электроэнергии составляет 300000 кВт/ч, что в сутки составляет 10000 кВт/ч. Исходя из этого определим оптимальное количество солнечных панелей и тип. Основываясь на оптимальном расположении панелей и на площади крыши здания (см. рисунок).



Солнечные панели, внешний вид

Исходные данные для расчета площадь крыши  $50 \text{ м}^2$ , площадь одной панели  $3 \text{ м}^2$ . Площадь крыши делим на площадь одной панели:  $60/3 = 20$ , получаем солнечных батарей. Далее умножаем полученное количество панелей на мощность одной панели:  $20 \cdot 800 = 16\,000 \text{ Вт}$ .

Получаем солнечную электростанцию мощностью на  $16 \text{ кВт}$  с максимальным количеством солнечных батарей в  $20$  штук, которые покроют крышу площадью  $60 \text{ м}^2$ .

Мощность одной панели составляет  $800 \text{ Вт}$ . Угол расположения  $55^\circ$ . Учитывая мощность, среднегодовая выработка электроэнергии в сутки составит  $48,75 \text{ кВт/ч}$ . Суммарная выработка электроэнергии за год составит  $17\,785 \text{ кВт/ч}$ . Название панели TOPCon (Bifacial) [4].

Таким образом, в работе показана возможность применения солнечных панелей на территории кампуса.

## Литература

- [1] Степанов М.В., Стульгинский М.М. Солнечные панели: эффективное решение для чистой энергетики. *Вестник науки*, 2024, т. 2, № 7 (76), с. 535–540.
- [2] Емельянов А. Солнечная альтернатива: альтернативная энергетика. *Экология и жизнь*, 2001, № 6, с. 22–23.
- [3] Лебедев В. Солнечное будущее: альтернативная энергетика. *Наука и инновации*, 2008, № 5, с. 19–21.
- [4] Лучков Б.И. На пути к городу Солнца: использование солнечной энергии. *Физика*, 2003, № 15, с. 7–10.

## A study of annual savings from installing PVC film curtains in the interframe space of windows

Spiridonov Alexey Vladimirovich

leha.spiridonov.20@bk.ru

Medvedev Nikita Vasilyevich

medvedev-nikita1234@mail.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Solar panels, as one of the most promising methods of energy conservation, are becoming increasingly relevant in the context of global climate change and the growing need for sustainable energy sources. In recent decades, there has been a significant increase in interest in renewable energy sources, and solar energy occupies a special place in this context. Solar panels that convert solar energy into electricity represent not only a technological achievement, but also an important step towards reducing dependence on fossil fuels, which, in turn, contributes to reducing greenhouse gas emissions and improving the environmental situation on the planet.*

**Keywords:** *photoelectric effect, semiconductor materials, functioning in cloudy weather*

УДК 620.92

## К вопросу о перспективах применения микробных топливных элементов на Земле и в Космосе

Шендо Серафим Александрович<sup>1</sup>

shendo@mail.ru

Сафронова Мария Евгеньевна<sup>2</sup>

svetlaya.dom@mail.ru

Клышников Алексей Юрьевич<sup>1</sup>

a.klyshnikov@mail.ru

<sup>1</sup> КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия<sup>2</sup> ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

*Проблема увеличения энергопотребления определяет необходимость разработки принципиально новых подходов к получению ее в наземных условиях, а также условиях космических полетов, тенденция к увеличению продолжительности которых четко прослеживается в настоящее время. Необходимость генерации энергии в особых условиях космоса обуславливает неизбежность поиска принципиально новых способов ее получения. Очевидна перспектива освоения человеком не только околоземного космического пространства, но и планет Солнечной системы, прежде всего Луны и Марса. Изучение и последующая колонизация этих планет потребует совершенно новых подходов к решению вопросов ресурсо- и энергообеспечения космических баз.*

**Ключевые слова:** космические базы, микробные топливные элементы, энергосбережение

Потребление энергии служит необходимым условием существования человечества. Наличие доступной для потребления энергии физически, биологически и исторически необходимо для удовлетворения любых потребностей человека, в связи с чем история цивилизации может рассматриваться и как история изобретения новых методов преобразования энергии, освоения ее новых источников и в конечном итоге увеличения энергопотребления. В связи с выходом человечества за пределы Земли, неоспоримым является факт необходимости поиска дополнительных источников его энергоснабжения. В качестве такого источника уже более 100 лет рассматриваются микробные топливные элементы.

Микробные топливные элементы (МТЭЛ) — это устройства, которые используют микробы (например, бактерии или другие микроорганизмы) для преобразования химической энергии органических веществ в электрическую энергию. Этот процесс происходит через биологическое окисление, где микроорганизмы разлагают органические вещества и производят электроны, которые могут стать источником электрического тока. Микробные топливные элементы находят применение как на Земле, так и в космосе, и являются основой уникальных решений для получения энергии с использованием экологически чистых и устойчивых процессов.

Для условий космического полета и обитания человека за пределами Земли ожидаемый эффект от применения разрабатываемой энергосистемы зависят, в первую очередь, от условий ее эксплуатации. Микробные топливные элементы (МТЭЛ) могут быть объединены с другими средствами жизнеобеспечения для одновременной выработки энергии и утилизации отходов в космосе.

Применение МТЭЛ на данный момент является перспективным в целях переработки отходов на будущих космических базах [1]. Микробные топливные элементы могут быть использованы в жизнедеятельности на космических станциях. Они могут не только производить энергию, но и играть значимую роль в поддержании экосистемы. Так, они способны очищать воду и перерабатывать органические отходы, что значительно уменьшит необходимость доставки ресурсов с Земли. Преимуществом применения МТЭЛов в этом случае будет являться поддержка замкнутых экосистем в условиях длительных космических полетов; повышение качества жизни и уменьшение зависимости от внешних ресурсов [2]. Важнейшей задачей систем и технологий жизнеобеспечения человека в этих экстремальных условиях будет являться создание комфортной для него среды обитания.

С развитием перспектив освоения более отдаленных планет, таких как Марс, микробные топливные элементы могут быть использованы для производства энергии с применением местных органических материалов (например, переработанного марсианского грунта или биоматериала, полученного с Земли). Несомненными преимуществами этих микробных технологий станет устойчивое и экологически чистое производство энергии на Марсе или других планетах и автономизация длительно работающих энергосистем для их долгосрочной эксплуатации [3].

В условиях длительных миссий важно иметь устройства, эксплуатируемые в течение многих лет без обслуживания. Микробные топливные элементы могут стать ключевым элементом таких систем. Преимуществами их применения в данных условиях будут являться высокая степень автономности и минимальная потребность в обслуживании [4]. В ряде работ ведущих ученых ранее показано, что получаемый при работе МТЭЛа ток достаточен для питания слаботочных приборов. Для космических полетов это создает резервный источник электроэнергии. Такие устройства могут длительно бесперебойно работать и применяться как в космосе, так и в земных условиях для генерации электроэнергии в труднодоступных районах. Условия космического полета предполагают, что устройство должно бесперебойно и длительно работать в условиях невесомости, быть герметичным, а также не требовать применения дополнительных материальных ресурсов. Исследования, проведенные на борту космического аппарата «Фотон-М4», показали сохранение работоспособности микробного топливного элемента в условиях орбитального полета. Известно, что лётно-космическое испытание научной аппаратуры МТЭ-01 на борту КА «Фотон-М4» прошло успешно, что позволяет сделать вывод о наличии дальнейших перспектив работ по модификации и модернизации таких конструкций.

Ранее экспериментально показана более высокая эффективность работы модифицированной ранее разработанной конструкции МТЭЛ с магнитами в сравнении с исходной аналогичной конструкцией МТЭЛ без магнитов.

Предлагаемая конструкция может иметь широкое применение в качестве альтернативного источника энергии.

В настоящее время приобретает особую актуальность вопрос применения различных двигателей, работающих от альтернативных источников энергии, что объясняется необходимостью поиска новых источников энергии в условиях современного энергоперехода, а также проблемами охраны окружающей среды. Известен и применяется ряд альтернативных топлив, а также гибридные энергосистемы, обеспечивающие бесперебойную работу транспортных средств. Все эти источники энергии имеют свои преимущества и недостатки. Одним из источников доступной, сравнительно дешевой и возобновляемой энергии является применение особых каталитических свойств электрогенных микроорганизмов [5].

## Литература

- [1] Ilyin V.K., Kusacheva S.A., Safronova M.E., Ilyichev V.Yu., Sashchenko I.I., Ishmanov V.S., Starkova L.V., Korshunov D.V. Development of a procedure for an automated investigation of energy characteristics of microbial fuel cells. *Aviakosmicheskaya i Ekologicheskaya Meditsina*, 2022, vol. 57, no. 2, pp. 78–85.
- [2] Кусачева С.А., Анфилов К.Л., Егоров Н.С. и др. Исследование направлений повышения производительности микробных топливных элементов. *Наука и инновации — современные концепции. Междунар. науч. форума: сб. науч. ст.* Уфа, Инфинити, 2021, с. 125–131.
- [3] Кусачева С.А., Сашченко И.И., Черняев С.И., Гришакова В.В., Сафронова М.Е. К вопросу об унификации критериев сопоставления различных микробных топливных элементов. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 12, с. 184–187.
- [4] Захаров Е.В., Сульtimiова Т. Д., Стом Д.И. Получение электрического тока из сельскохозяйственных отходов при помощи микробных топливных элементов. *Биотехнология и общество в XXI веке. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 2015, с. 350–352.
- [5] Смирнов И.А., Ильин В.К., Тюрин-Кузьмин А.Ю. и др. Микробный топливный элемент в орбитальном полете космического аппарата «Фотон-М4». *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2018, № 5, т. 52, с. 58–61.

## On the prospects of using microbial fuel cells on earth and in space

**Shendo Serafim Aleksandrovich**<sup>1</sup> shendo@mail.ru

**Safronova Maria Evgenievna**<sup>2</sup> svetlaya.dom@mail.ru

**Klyshnikov Alexey Yuryevich**<sup>1</sup> a.klyshnikov@mail.ru

<sup>1</sup> Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Kaluga, Russia

*The problem of increasing electricity consumption determines the need to develop fundamentally new approaches to obtaining it in terrestrial conditions, as well as in space flights, the tendency to increase the duration of which is clearly visible at present. The need to generate energy in special space conditions determines the inevitability of searching for fundamentally new approaches to obtaining it. The prospect of human exploration of not only near-Earth space, but also the planets of the Solar System, primarily the Moon and Mars, is obvious. The study and subsequent colonization of these planets will require completely new approaches to solving the issues of resource and energy supply for human bases.*

**Keywords:** space bases, microbial fuel cells, energy conservation

УДК 575.224

## Современные достижения в области генетического мутагенеза человека

Романова Полина Дмитриевна      romanovapd@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены последние достижения в области генетического мутагенеза человека, включая технологии CRISPR-Cas9, базового и праймированного редактирования. Представлены клинические применения этих методов для лечения наследственных заболеваний, таких как серповидно-клеточная анемия, муковисцидоз. Показаны перспективы использования направленного мутагенеза в персонализированной медицине и генной терапии. Сделаны выводы о необходимости дальнейшего изучения безопасности и эффективности этих технологий, а также о потенциале их применения для профилактики генетических нарушений.*

**Ключевые слова:** генетический мутагенез, редактирование генома, CRISPR-Cas9, генная терапия

Генетический мутагенез человека — это процесс, в котором происходят изменения в генетическом материале человека (ДНК), и он может быть вызван как естественными, так и искусственными факторами. Современные достижения в области генетического мутагенеза открывают новые горизонты в медицине, биотехнологии и других сферах. Однако такие изменения в геноме могут быть как полезными, так и потенциально опасными. В последние десятилетия особенно ярко проявляется роль новых технологий, таких как CRISPR/Cas9, в управлении мутациями на уровне генома человека.

Генетический мутагенез человека стал мощным инструментом для коррекции наследственных заболеваний и изучения функций генов. Современные технологии позволяют точно редактировать геном, открывая новые возможности в медицине.

Цель работы — анализ современных методов генетического мутагенеза и их применения в медицине. Основные задачи включают обзор технологий редактирования генома, оценку их клинической эффективности и обсуждение этических аспектов.

Система CRISPR-Cas9 широко используется для коррекции мутаций, вызывающих наследственные заболевания. Базовое редактирование позволяет исправлять точечные мутации без разрыва ДНК, что снижает риск нецелевых эффектов. Праймированное редактирование расширяет возможности вставки и удаления генетических последовательностей [1].

Клинические испытания CRISPR-Cas9 показали эффективность в лечении серповидноклеточной анемии и бета-талассемии. Направленный мутагенез используется для создания моделей наследственных заболеваний *in vitro*, что ускоряет разработку новых терапевтических подходов.



Эта методика позволяет точно и эффективно вносить изменения в ДНК на уровне отдельных генов. С помощью CRISPR/Cas9 можно как вносить мутации (например, для создания моделей заболеваний), так и устранять дефекты в геноме, что открывает возможности для лечения наследственных заболеваний:

- лечение наследственных болезней: в 2016 г. ученые впервые использовали CRISPR для редактирования эмбриональных клеток человека с целью устранения генетической мутации, вызывающей бета-талассемию (наследственное заболевание крови) [2];

- моделирование заболеваний: CRISPR активно используется для создания моделей заболеваний (например, рака или генетических заболеваний), что помогает ученым лучше понимать их механизмы.

Использование CRISPR/Cas9 в генотерапии позволяет исправлять генетические дефекты на уровне клеток организма. Это может включать исправление мутированных генов, которые вызывают различные заболевания. Исследования в области терапии с использованием CRISPR показали успех в лечении бета-талассемии и sick cell anemia у пациентов. В этих случаях редактирование генов с помощью CRISPR позволило пациентам выработать здоровые клетки крови [3].

Одним из самых перспективных направлений является использование генетических мутаций для лечения раковых заболеваний. Мутации, которые активируют онкогены (гены, способствующие росту раковых клеток), могут быть «исправлены» с помощью технологий редактирования генома. Технология CRISPR используется для модификации клеток иммунной системы (например, Т-лимфоцитов), чтобы они могли эффективно бороться с раковыми клетками [4].

Несмотря на успехи, остаются проблемы, связанные с безопасностью и этичностью применения этих технологий. Необходимы дальнейшие исследования для минимизации нецелевых эффектов и разработки регуляторных норм. С развитием технологий генетического редактирования возникает ряд этических вопросов: редактирование эмбрионов: этические дебаты касаются вмешательства в генетический код человека на стадии эмбриона. Например, существует риск «создания дизайнерских детей», когда генетика ребенка будет изменяться с целью улучшения его физических или интеллектуальных способностей.

Необратимость изменений: проблема заключается в том, что мутации могут быть необратимыми, и это воздействие может передаваться будущим поколениям.

Доступность и неравенство: технологии генетического редактирования могут быть доступны не всем слоям населения, что создает потенциальные риски для увеличения социального неравенства.

Генетический мутагенез человека открывает новые горизонты в лечении наследственных заболеваний. Дальнейшее развитие этих технологий требует междисциплинарного подхода, включая сотрудничество ученых, врачей и биоэтиков.

## Литература

- [1] Doudna J.A., Charpentier E. Genome editing. The New Frontier. *Science*, 2014, vol. 28, no. 346 (6213). <https://doi.org/10.1126/science.1258096>
- [2] Hsu P.D. Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering. *Cell*, 2014, vol. 157 (6), pp. 1262–1278. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.05.010>
- [3] Komor A.C. Programmable editing of a target base in genomic DNA without double-stranded DNA. *Nature*, 2016, vol. 533 (7603), pp. 420–4. <https://doi.org/10.1038/nature17946>
- [4] Anzalone A.V. et al. Search-and-replace genome editing without double-strand breaks or donor DNA. *Nature*, 2019, vol. 576, pp. 149–157.

## Modern achievements in human genetic mutagenesis

Romanova Polina Dmitrievna

romanovapd@student.bmstu.ru

Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*Modern achievements in human genetic mutagenesis, including CRISPR-Cas9, base and prime editing technologies, are reviewed. Clinical applications of these methods for treating hereditary diseases such as sickle cell anemia and cystic fibrosis are presented. The prospects of using directed mutagenesis in personalized medicine and gene therapy are shown. Conclusions are drawn about the need for further research into safety and efficacy of these technologies, as well as their potential for preventing genetic disorders.*

**Keywords:** genetic mutagenesis, genome editing, CRISPR-Cas9, gene therapy

***Секция 19. Лингвистика,  
лингводидактика,  
актуальные вопросы теории  
и практики перевода***



УДК 004.89

## Этические аспекты использования больших языковых моделей (БЯМ) в академическом письме студентов технического вуза

Тарасов Александр Павлович

tarasov.aleksander@gmail.com

Кондратьева Светлана Дмитриевна

sdkond@bmstu.ru

Крыленкина Антонина Вячеславовна

krilenkina@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Исследованы основные аспекты использования БЯМ в академическом письме. Описаны принципы работы БЯМ и методы определения сгенерированного текста, включая белый и черный ящики, с их преимуществами и недостатками. Также рассмотрены проблемы, возникающие при использовании БЯМ в учебном процессе, такие как галлюцинации моделей, научная недобросовестность и снижение самостоятельности студентов.*

**Ключевые слова:** *большие языковые модели, методы определения сгенерированного текста, этические аспекты использования БЯМ, проблемы использования БЯМ*

В последние несколько лет большие языковые модели (БЯМ), такие как ChatGPT, Giga-Chat, DeepSeek и другие, все чаще применяются в различных областях, в том числе в сфере образования. И с ростом популярности данных инструментов возникает множество вопросов, связанных с их использованием, о чем может свидетельствовать стремительный рост количества работ, публикуемых в научных журналах и конференциях на данную тему [1]. Основными вопросами, которые поднимаются в данных работах, являются проблема авторства и плагиата, нарушение академической честности и влияние данных технологий на развитие критического мышления обучающихся и их самостоятельность.

В данной статье представлено описание работы больших языковых моделей (БЯМ) и объяснение принципов функционирования этих моделей для лучшего понимания того, как БЯМ генерируют текст. Также будут описаны основные существующие методы определения сгенерированного текста, их преимущества и недостатки. Кроме того, будут рассмотрены проблемы, связанные с использованием БЯМ в академическом письме технических студентов.

### **Описание БЯМ и методы определения сгенерированного текста.**

Большая языковая модель представляет собой нейронную сеть, обученную на огромном количестве текстовых данных. Основной задачей данной модели является предсказание слов в последовательности [2], т. е. модель не генерирует текст с нуля, а предоставляет последовательность слов, которая более вероятна и будет удовлетворять требованиям запроса и контексту.

Можно выделить два основных метода определения сгенерированного текста: метод белого ящика и метод черного ящика [3].

Метод белого ящика подразумевает непосредственный доступ детектора к модели. При генерации текста создаются водяные знаки, которые не заметны пользователю и от которых нельзя избавиться простой заменой слов синонимами. Например, при генерации текста, используя генератор случайных чисел и хэш-функцию, разделять наборы вероятных слов на две группы и использовать слова из определенной группы. Тогда, при наличии хэш-функции и генератора случайных чисел, проверяющая сторона может воссоздать две группы и определить, насколько текст состоит из слов одной из групп. При этом чтобы избавиться от такого типа водяного знака, пользователю придется отредактировать как минимум половину всего текста.

Недостатком метода белого ящика является необходимость непосредственного доступа к модели и использование сложной системы нанесения водяных символов, которые не повлияют на качество генерируемого текста.

Метод черного ящика заключается в том, чтобы обучить детектор различать сгенерированный текст от текста, созданного человеком. Для этого необходимо предоставить множество примеров текстов созданного человеком и сгенерированного моделью. После чего детектор выявит характерные признаки, будь то статистические данные употребления слов и их длины или лингвистические паттерны, характерные для текста, написанного человеком, и сгенерированного.

Недостатком метода черного ящика является необходимая потребность в большом количестве примеров для обучения детектора и требование высокого качества данного обучения.

**Проблемы при использовании БЯМ в академическом письме.** Можно выделить три основные проблемы при использовании БЯМ в академическом письме.

Галлюцинации больших языковых моделей [4]. БЯМ способна галлюцинировать, т. е. генерировать факты, которые выглядят убедительно, но являются в корне не верными, что лишает работу студента какого-либо веса.

Научная недобросовестность при использовании БЯМ [3]. БЯМ, предоставляя информацию, не может указать источники, откуда могли быть взяты данные, что поднимает тему плагиата.

Отсутствие самостоятельности в работе и препятствия развитию критического мышления учащихся [5]. В случае, когда БЯМ используется не в качестве вспомогательного инструмента, а в роли главного источника работы, то данная работа не может считаться самостоятельной. Также получение прямых ответов от модели может привести к снижению критических способностей студента, так как он пропускает процесс размышления и получает сразу готовый ответ.

**Заключение.** Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что проблема использования БЯМ при написании академических работ студентами технических вузов является критической. Необходимо, чтобы студенты понимали, что из себя представляет БЯМ, использовали их возможности с высокой ответственностью и не полагались на них, а использовали только как

вспомогательный инструмент. Необходимо развивать технологии определения сгенерированного текста, с целью уменьшения количества недобросовестно выполненных академических работ, так как это вредит не только научному сообществу в целом, но и учащемуся в частности.

## Литература

- [1] Литвинова Т.А., Микрос Дж., Дехнич О.В. Письмо в эпоху больших языковых моделей: библиометрический анализ предметного поля. *Научный результат. Вопросы теоретической и прикладной лингвистики*, 2024, т. 10, № 4, с. 5–16. <https://doi.org/10.18413/2313-8912-2024-10-4-0-1>
- [2] Zimin I.S. The working principle and possibilities of LLM (large language models). *Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы: тез. докл. конф.* Казань, ИП Сагиев А.Р., 2024, с. 854–855.
- [3] Усиков Д.В., Сатаев М.Ю. Наука определения LLM-сгенерированного текста. *Технологии XXI века в юриспруденции. V Междунар. науч.-практ. конф.: матер.* Екатеринбург, АНО «КримЛиБ», 2023, с. 453–475.
- [4] Аменицкий А.В., Рухович И.В., Аменицкая Л.А., Аменицкий Д.А. Причины, этические проблемы и профилактика галлюцинации LLM. *Интеллект. Междунар. конкурс молодых ученых: сб. ст.* Пенза, Наука и Просвещение, 2024, с. 12–15.
- [5] Тимченко О.В. Сравнительный анализ возможностей больших языковых моделей в образовательном процессе. *Университетские чтения — 2024. Всерос. конф. с междунар. уч.: матер.* Пятигорск, Пятигорский государственный университет, 2024, с. 145–149.

## Ethical aspects of using large language models (LLMs) in academic technical students' writing

Tarasov Alexandr Pavlovich

tarasov.aleksander@gmail.com

Kondratieva Svetlana Dmitrievna

sdkond@bmstu.ru

Krilenkina Antonina Vyacheslavovna

krilenkina@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article explores the main aspects of using LLM in academic writing. The principles of LLM and methods of identifying generated text, including white and black boxes, are described, with their advantages and disadvantages. Problems arising from the use of LLM in academic writing, such as model hallucinations, academic dishonesty, and reduced student independence, are also discussed.*

**Keywords:** *large language models, methods for determining generated text, ethical aspects of using LLM, problems of using LLM*

УДК 81'22

## Использование когнитивных и концептуальных метафор в обучении иностранным языкам

Кобяков Всеволод Евгеньевич

hadukin04@bk.ru

Геращенко Александр Евгеньевич

nekros.praim@yandex.ru

Белова Елена Витальевна

belova\_elena@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Изучены когнитивные и концептуальные метафоры, а также их значимость в процессе освоения иностранного языка. Рассмотрено, каким образом они способствуют формированию концептов в изучаемом языке, помогая учащимся лучше понимать смысловые связи между словами и выражениями. Особое внимание уделено тому, как метафоры облегчают запоминание новых слов и грамматических конструкций, создавая ассоциативные связи, способствующие эффективному усвоению материала. Кроме того, проанализировано, каким образом когнитивные и концептуальные метафоры могут использоваться в методике преподавания для повышения мотивации и интереса к изучению языка.*

**Ключевые слова:** обучение иностранным языкам, когнитивная метафора, концептуальная метафора, языковая картина мира, межкультурная коммуникация, усвоение лексики, когнитивная лингвистика, метафорические модели

Язык — это распространенный и привычный способ коммуникации и средство передачи культурных ценностей. Процесс преподавания иностранного языка включает в себя множество самых разнообразных аспектов культуры и общества, которые сформировали этот язык. Отдельной частью культуры стоит выделить метафоры, которые в той или иной степени присутствуют в каждом языке.

Метафора представляет собой один из базовых приемов познания человеком объектов окружающего мира, его номинации и получения художественных образов, а также создания новых значений, концептов. Метафоры рассматриваются, в первую очередь, как стилистический прием. Толковый словарь С.И. Ожегова, к примеру, дает такое значение понятия «метафора»: «Вид тропа — скрытое образное сравнение, уподобление одного предмета, явления другому» [1]. Но также метафору можно рассмотреть в качестве способа создания языковой картины мира, возникающей в результате когнитивного контроля значений, имеющихся на данный момент в языке, с целью создания новых концептов. «Метафора здесь выполняет роль призмы, поскольку она способна обеспечить рассмотрение вновь познаваемого через уже познанное, зафиксированное в виде значения языковой единицы» [2].

Термины «когнитивная метафора» и «концептуальная метафора» были введены Дж. Лакоффом и М. Джонсоном в 1980 г. [3]. Когнитивная метафора — это одна из основных ментальных операций, способ познания, структу-



рирования и объяснения окружающего мира. Это пересечение знаний об одной концептуальной области в другой концептуальной области. Она формирует и воспроизводит фрагменты опыта данной культурной общности.

Когнитивная метафора, как функциональный элемент, связана с нейронной активностью (нейрофизиологическим уровнем). Концептуальная метафора соотносится с мышлением, т. е. с процессами, происходящими на уровне понятий, суждений и умозаключений. Таким образом, когнитивная метафора «живет» в нейрофизиологическом субстрате мозга, а концептуальная метафора — в сфере понятийного мышления и умственной деятельности. Согласно этому подходу, метафора первично существует в мышлении, а затем проявляется в практической деятельности, включая речь.

Стоит отметить, что использование когнитивных и концептуальных метафор при изучении иностранного языка дает ряд существенных преимуществ.

1. Метафоры помогают связывать новые слова с уже известными концептами, что способствует лучшему запоминанию. Так, например, английское выражение *time is money* (время — деньги) помогает учащимся осознать, что с понятием «время» в английском языке связаны глаголы, характерные для денег (*spend time, save time, waste time*) [4].

2. В языках есть метафорические концепции, которые влияют на грамматические структуры. Например, предлоги в английском языке (*in, on, at*) часто связаны с метафорическими представлениями пространства и времени (*in trouble, on time*). Если учащиеся осознают эти связи, они лучше усваивают правила их употребления.

3. Использование визуальных метафор (схем, диаграмм, ассоциаций) помогает учащимся осознавать сложные грамматические конструкции, такие как залог или модальные глаголы.

4. На примере универсальных, с точки зрения культуры и языка, метафор можно облегчить свое обучение иностранному языку. Если учащиеся осознают сходства и различия в метафорах родного и изучаемого языка, это помогает избежать ошибок при переводе и интерпретации значений.

Основываясь на перечисленных выше преимуществах, предлагаем несколько стратегий преподавания, основанных на использовании когнитивных и концептуальных метафор. Данные стратегии могут значительно облегчить усвоение лексики и грамматики иностранного языка.

**Визуализация метафор.** Использование схем, рисунков и графиков, чтобы показать связи между словами и концепциями. Например, для объяснения времен в английском языке можно использовать временную шкалу как «дорогу», где прошлое — это позади, а будущее — впереди. При этом, простые времена будут отмечены точками, а длительные — отрезками на «жизненном пути». Сюда же можно отнести цветовое кодирование, например разные цвета для частей речи (глаголы — красные, существительные — синие), что помогает структурировать информацию. Данный метод позволяет быстро усваивать и строить ассоциации по изученному материалу.

**Создание историй.** Преподаватель может использовать метафорические рассказы для объяснения грамматических конструкций. Например, представлять времена глаголов как персонажей: **Past Simple** — «старик, рассказывающий истории», **Present Continuous** — «человек, занятый делами прямо сейчас» [5].

**Игровые методики и ассоциации.** Использование метафорических карточек, мемов, метафорических загадок. Например, «Какая грамматическая конструкция похожа на фотографию?» (Present Perfect — потому что связывает прошлое и настоящее). Создание комиксов или мемов помогает запомнить сложные выражения или грамматические конструкции через юмор.

**Аудиовизуальные метафоры.** Использование фильмов, песен и метафорических выражений из аутентичного языка для закрепления понятий. Например, песня *Time After Time* поможет почувствовать использование времен в английском языке. А во всем известной песне *We are the champions* группы Queen есть 7 примеров использования времени Present Perfect.

**Метод концептуальных карт.** Вместо традиционных списков слов с переводом, создаются карты, где в центре будет основное слово или понятие, а от него будут отходить ветви с ассоциированными словами, синонимами, антонимами, примерами использования и изображениями. Грамматические правила и конструкции тоже можно представить в виде карт, выделяя исключения и примеры в отдельные ветви. Ниже представлен простейший пример концептуальной карты для слова Run.



Рис. 1. Пример концептуальной карты для слова Run

Слово Run на схеме выступает центром, от которого строятся словосочетания. Данный метод тоже использует метафоры и позволяет упростить обучение иностранному языку. Он способен улучшить систематизацию знаний и увидеть связи между элементами языка.

Итак, использование когнитивных метафор для изучения иностранного языка может стать эффективным приемом для повышения эффективности запоминания сложных правил и слов. Стратегии использования данного подхода, изложенные в данной статье, смогут помочь разработать методические рекомендации для преподавателей и студентов, что сделает процесс изучения иностранного языка интуитивным и эффективным.

## Литература

- [1] Ожегов С.И. *Толковый словарь русского языка*. Москва, АСТ, 2024, 1360 с.
- [2] Дебердеева Е.Е. Роль метафоры в формировании языковой картины мира в русской и английской лингвокультурах. *Вестник Таганрогского института им. А.П. Чехова*, 2011, № 1, с. 97–101.
- [3] Лакофф Дж., Джонсон М. *Метафоры, которыми мы живем*. Москва, Едиториал УРСС, 2004, 256 с.
- [4] Александрова А.П. Обучение культуре страны изучаемого языка в процессе обучения иностранному языку. *Ученые записки орловского государственного университета*, 2024, № 2 (103), с. 186–190.
- [5] Егорова О.А., Калашникова В.В. Теория концептуальной метафоры в когнитивной лингвистике. *Электронный научный журнал*, 2016, № 10–1 (3), с. 190–195.

## Using cognitive and conceptual metaphors in teaching foreign languages

Kobyakov Vsevolod Evgenievich

kobyakovve@student.bmstu.ru

Belova Elena Vitalievna

belova\_elena@bmstu.ru

*Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article studies cognitive and conceptual metaphors and their importance in the process of learning a foreign language. It examines how metaphors contribute to the formation of concepts in the target language, helping students better understand semantic connections between words and expressions. Particular attention is paid to how metaphors facilitate the memorization of new words and grammatical constructions, creating associative links that contribute to the effective assimilation of the material. In addition, it is analyzed how cognitive and conceptual metaphors can be used in teaching methods to increase motivation and interest in language learning.*

**Keywords:** *foreign language teaching, cognitive metaphor, conceptual metaphor, language picture of the world, intercultural communication, vocabulary acquisition, cognitive linguistics, metaphorical models*

УДК 004.83

## Исследование возможностей моделей искусственного интеллекта Grok и Google Gemini в создании грамматических материалов для обучения английскому языку

Мосолов Алексей Викторович

mosolovav@student.bmstu.ru

Иванов Алексей Сергеевич

ivanovas@student.bmstu.ru

Артеменко Ольга Александровна

artemenko.oo@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен сравнительный анализ производительности нейронных сетей Grok (xAI) и Google Gemini в создании грамматических упражнений на основе заданной лексики из 40 единиц и трех шаблонов упражнений: исправление ошибок, согласование подлежащего и сказуемого, выбор формы глаголов или предлогов. Рассмотрены их возможности в обработке запросов на русском и английском языках, включая понимание задачи, использование лексики, соблюдение объема и грамматическую правильность.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, искусственный интеллект, Grok, Google Gemini, грамматические упражнения, лексика, обучение языкам

**Введение.** Нейронные сети становятся неотъемлемой частью образовательных технологий, особенно в разработке грамматических упражнений для изучения языков, беря на себя часть рутинных функций педагога [1]. В данном исследовании сравниваются две передовые модели искусственного интеллекта: Grok, созданную xAI, и Google Gemini. Grok позиционируется как универсальная модель, способная эффективно решать широкий спектр задач [2], а Google Gemini 2.0 выделяется своей гибкостью и умением обрабатывать сложные запросы с высокой точностью [3]. Цель статьи — оценить, как эти модели справляются с созданием грамматических упражнений на основе заданной лексики и шаблонов при запросах на русском и английском языках. Будут исследованы такие ключевые критерии, как их способность понимать инструкции, использовать предоставленный словарь, соблюдать заданный объем и создавать качественные упражнения.

**Использованная лексика.** В качестве исходных данных моделям был предоставлен список из 40 слов и фраз на английском языке с их переводом. Ниже приведена часть этого списка:

- according to — согласно;
- after — после;
- as opposed to — в отличие от;
- as well as — так же как;
- broadly similar (to) — в целом аналогично;
- by means of — посредством;
- clear-cut distinction — четкое различие;

- completely — полностью;
- considerable difference (in) — значительная разница (в);
- due to — из-за.

**Методология.** Моделям были даны идентичные запросы на русском и английском языках, содержащие требования составить новые упражнения согласно приложенным шаблонам заданий, разработанных реальными преподавателями.

**1. Исправление ошибок** — создать упражнение из 10–12 предложений с грамматическими ошибками (например, несогласование подлежащего и сказуемого, неверные предлоги), которые студенты должны исправить, используя указанную лексику [4].

**2. Согласование подлежащего и сказуемого** — сгенерировать 10–12 предложений, где требуется выделить подлежащее, определить главное существительное и глагол, и исправить ошибки согласования, применяя лексику [4].

**3. Упражнение с выбором формы или предлогами** — разработать 10–12 предложений с выбором правильной формы глагола или предлога (например, suggests/suggest, at/on), основанных на лексике [4].

Критерии оценки: точность понимания задачи, соблюдение объема (10–12 предложений), использование всей лексики, грамматическая правильность и креативность (создание новых предложений).

**Производительность Grok. Запросы на русском языке.** Grok продемонстрировал выдающуюся производительность при обработке запросов на русском языке. Для задания с исправлением ошибок он создал упражнение из 12 предложений, полностью соответствующее требованиям. Модель использовала указанную лексику, внедряя ее в предложения с типичными грамматическими ошибками, которые легко распознаются и исправляются. В задании на согласование подлежащего и сказуемого Grok также сгенерировал 12 предложений, точно выделяя подлежащее и исправляя ошибки, при этом активно применяя слова из предоставленного списка. Для упражнения с выбором формы или предлогами модель разработала 12 предложений, где студенты могли выбирать правильные варианты, включая слова из исходных данных. Grok не потребовалось дополнительных указаний, все упражнения были грамматически корректны и отличались новизной.

**Запросы на английском языке.** На английском языке Grok сохранил высокий уровень производительности. Для исправления ошибок он подготовил 12 предложений, внедряя необходимую в контексты с ошибками, требующими исправления. В задании на согласование подлежащего и сказуемого модель снова создала 12 предложений, демонстрируя точное понимание структуры предложений и используя указанные ранее слова. Для упражнения с выбором формы или предлогами Grok предложил 12 предложений, где лексика была органично встроена в задания с вариантами ответа. Результаты были стабильными, без отклонений от требований и с высоким уровнем креативности.

**Производительность Google Gemini. Запросы на русском языке.** Google Gemini успешно справилась с заданиями на русском языке, но с некоторыми ограничениями. В задании на исправление ошибок она создала 11 предложений, активно применяя лексику из предоставленного словаря и внедряя ее в предложения с ошибками, которые студенты могли исправить. Для согласования подлежащего и сказуемого модель сгенерировала только 8 предложений, что ниже требуемого объема, хотя использовала слова из списка и точно исправляла ошибки. В упражнении с выбором формы или предлогами Gemini разработала 12 предложений, органично включая требуемую лексику, и предоставила варианты ответа, соответствующие заданию. Модель не нуждалась в уточнениях, но объем в одном из заданий оказался недостаточным ввиду того, что конкретный объем был указан в самом заголовке упражнения.

**Запросы на английском языке.** На английском языке Gemini показала схожие результаты. Для исправления ошибок она подготовила 12 предложений, используя предоставленные в исходных данных слова, и создала упражнение, полностью соответствующее требованиям. В задании на согласование подлежащего и сказуемого модель снова ограничилась 8 предложениями, но в остальном высокая точность выполнения поставленного задания была достигнута. Для упражнения с выбором формы или предлогами Gemini сгенерировала 12 предложений с необходимой лексикой. Производительность была стабильной, но не всегда соответствовала заданному объему.

**Сравнение и выводы.** Grok превзошел Google Gemini во всех трех заданиях благодаря стабильному соблюдению объема (10–12 предложений) и полному использованию предоставленной лексики. Он продемонстрировал высокую креативность, создавая разнообразные упражнения без необходимости уточнений. Google Gemini справилась с задачами, но в задании на согласование сокращала объем до 8 предложений, что указывает на меньшую стабильность. Grok превзошел Gemini по надежности, полноте и креативности, что делает его предпочтительным выбором для образовательных задач, где важны точное выполнение требований и разнообразие материала.

## Литература

- [1] Сысоев П.В. Использование технологий искусственного интеллекта в обучении иностранному языку: тематика методических работ за 2023 год и перспективы дальнейших исследований. *Вестник ТГУ*, 2024, № 2, с. 294–308.
- [2] *Grok 3 Beta — The Age of Reasoning Agents*. URL: <https://x.ai> (дата обращения 30.03.2025).
- [3] *Google Gemini. Launch, Controversy, & Facts*. URL: <https://www.britannica.com/technology/Google-Gemini> (дата обращения 30.03.2025).
- [4] Hewings M., Thein K. *Cambridge Academic English: C1 Advanced: Student's Book: An Integrated Skills Course for EAP*. Cambridge, Cambridge University Press, 2012, 176 p.

## Investigation of the capabilities of artificial intelligence models Grok and Google Gemini in creating grammar materials for English language learning

Mosolov Alexey Viktorovich

mosolovav@student.bmstu.ru

Ivanov Alexey Sergeyevich

ivanovas@student.bmstu.ru

Artemenko Olga Alexandrovna

artemenko.oa@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article presents a comparative analysis of the performance of neural networks Grok (xAI) and Google Gemini in creating grammar exercises based on the given vocabulary consisting of 40 units and three exercise patterns: error correction, subject-verb agreement, and selection of verb forms or prepositions. Their capabilities in processing queries in Russian and English are examined, including task comprehension, vocabulary usage, adherence to volume and grammatical correctness.*

**Keywords:** *neural networks, artificial intelligence, Grok, Google Gemini, grammar exercises, vocabulary, language learning*

УДК 004.83

## Сравнение DeepSeek и ChatGPT в создании грамматических упражнений для обучения английскому языку

Мосолов Алексей Викторович mosolovav@student.bmstu.ru

Иванов Алексей Сергеевич ivanovas@student.bmstu.ru

Артеменко Ольга Александровна artemenko.oa@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена сравнительному анализу методов генерации грамматических упражнений с использованием нейронных сетей DeepSeek и ChatGPT на основе лексики из 40 единиц и трех типов шаблонов: исправление ошибок, согласование подлежащего и сказуемого, а также выбор формы или предлогов. Изучены их способности обрабатывать запросы на русском и английском языках с учетом таких аспектов, как понимание задачи, применение лексики, соблюдение заданного объема и обеспечение грамматической точности.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, искусственный интеллект, DeepSeek, ChatGPT, грамматические упражнения, лексика

**Введение.** Нейронные сети все чаще интегрируются в образовательные технологии, особенно в процесс создания грамматических упражнений для изучения языков, частично заменяя педагогов в выполнении рутинных задач [1]. В этом исследовании проводится сравнение двух моделей искусственного интеллекта — DeepSeek и ChatGPT, различающихся подходами к обработке запросов. DeepSeek отличается способностью создавать подробные и точные ответы [2], в то время как ChatGPT характеризуется гибкостью, быстротой и значительной популярностью среди пользователей [3]. Задача статьи — проанализировать эффективность этих моделей в генерации грамматических упражнений на основе заданной лексики и шаблонов при работе с запросами на русском и английском языках. Оцениваются такие важные аспекты, как их способность интерпретировать инструкции, соответствовать заданному объему и обеспечивать стабильность выполнения, чтобы выявить их пригодность для использования в образовательной практике.

**Использованная лексика.** Моделям в качестве исходных данных был передан перечень из 40 английских слов и выражений вместе с их переводами. Далее представлена часть данного списка:

- rather than — скорее чем;
- remarkably similar (to) — удивительно похожий (на);
- sharp distinction — резкое различие;
- slightly — слегка;
- striking similarity (to) — поразительное сходство (с);
- such as — такие как;



– to analyse — анализировать;

– to apply — применять.

**Методология.** Моделям были предоставлены одинаковые запросы на русском и английском языках с заданием сформировать новые упражнения на основе шаблонов, разработанных действующими преподавателями.

**1. Исправление ошибок** — составить упражнение из 10–12 предложений, содержащих грамматические ошибки (например, несоответствие подлежащего и сказуемого или неправильное использование предлогов), которые студенты должны исправить, опираясь на заданную лексику [4].

**2. Согласование подлежащего и сказуемого** — создать 10–12 предложений, в которых необходимо выделить подлежащее, определить ключевое существительное и глагол, а также устранить ошибки согласования, применяя указанную лексику [4].

**3. Выбор формы или предлогов** — разработать 10–12 предложений, предполагающих выбор правильной формы глагола или предлога (например, suggests/suggest, at/on) с использованием предоставленной лексики [4].

Критерии оценки: точность интерпретации задания, соблюдение объема (10–12 предложений), полное использование лексики, грамматическая точность и оригинальность (генерация новых предложений).

**Производительность DeepSeek. Запросы на русском языке.** DeepSeek изначально испытывал трудности с пониманием задачи, склоняясь к повторению существующих примеров, но после дополнительных указаний успешно справился с заданиями. В задании на исправление ошибок модель создала упражнение из 12 предложений, полностью соответствуя требованиям по объему и качеству, демонстрируя точность и соответствие заданному формату. В задании на согласование подлежащего и сказуемого DeepSeek сгенерировал 10 предложений, выполнив исправления с высокой точностью, хотя объем оказался на нижней границе требований, что указывает на минимальное соблюдение заданного диапазона. В задании с выбором формы или предлогами модель разработала 12 предложений, полностью соответствуя требованиям, и показала способность корректно адаптироваться к формату выбора вариантов ответа. DeepSeek проявил высокую детализацию и точность во всех заданиях, однако его зависимость от дополнительных уточнений подчеркивает ограниченную самостоятельность в выполнении задач.

**Запросы на английском языке.** На английском языке DeepSeek повторил схожий подход. В задании на исправление ошибок модель подготовила упражнение из 10 предложений, полностью соответствуя требованиям по содержанию и структуре, но придерживаясь минимального объема без его превышения. В задании на согласование подлежащего и сказуемого DeepSeek создал 8 предложений, выполнив задачу точно, но не достигнув заданного объема. В задании с выбором формы или предлогами модель сгенерировала 10 предложений, успешно соответствуя требованиям и демонстрируя способность адаптироваться к формату выбора вариантов ответа. Производительность оставалась стабильной с акцентом на точность и детализацию, однако

зависимость от дополнительных указаний осталась заметной слабостью, подчеркивая недостаток полной самостоятельности.

**Производительность ChatGPT. Запросы на русском языке.** ChatGPT изначально испытывал трудности с пониманием языка запроса на русском, отвечая на английском и повторяя существующие примеры, но после дополнительных уточнений успешно выполнил задания. В задании на исправление ошибок модель создала упражнение из 12 предложений, полностью соответствуя требованиям по объему и содержанию, демонстрируя точность и способность следовать заданному формату. В задании на согласование подлежащего и сказуемого ChatGPT сгенерировал 8 предложений, выполнив исправления с высокой точностью, но не достигнув требуемого объема, что указывает на недостаточное соответствие заданному диапазону. В задании с выбором формы или предлогами модель разработала 9 предложений, успешно адаптируясь к формату и соответствуя требованиям, хотя объем оказался ниже ожидаемого. Нестабильность в обработке языка и соблюдении объема снизила общую эффективность модели, несмотря на ее способность адаптироваться после уточнений.

**Запросы на английском языке.** На английском языке ChatGPT улучшил обработку запросов, но сохранил нестабильность. В задании на исправление ошибок модель создала 10 предложений, соответствуя требованиям по содержанию и формату. В задании на согласование подлежащего и сказуемого ChatGPT сгенерировал 8 предложений, точно выполнив исправления, но не достигнув заданного объема. В задании с выбором формы или предлогами он подготовил 10 предложений, адаптируясь к формату, но не превысив минимальный объем. ChatGPT адаптировался после уточнений, однако нестабильность в объеме и склонность забывать условия снизили его надежность.

**Сравнение и выводы.** DeepSeek превзошел ChatGPT на русском языке благодаря стабильному использованию лексики и детализированным упражнениям, хотя требовал уточнений и иногда сокращал объем. ChatGPT лучше работал на английском, но был менее стабилен, ограничиваясь 8–9 предложениями и путаясь в языках. DeepSeek выигрывает по точности и детализации, что делает его предпочтительным для задач с контролем качества. ChatGPT выделяется гибкостью и скоростью, подходя для быстрой генерации с корректировкой.

## Литература

- [1] Сысоев П.В. Использование технологий искусственного интеллекта в обучении иностранному языку: тематика методических работ за 2023 год и перспективы дальнейших исследований. *Вестник ТГУ*, 2024, № 2, с. 294–308.
- [2] *ChatGPT*. URL: <https://openai.com/index/chatgpt/> (дата обращения 30.03.2025).
- [3] *DeepSeek*. URL: <https://www.britannica.com/money/DeepSeek> (дата обращения 30.03.2025).
- [4] Hewings M., Thein K. *Cambridge Academic English: C1 Advanced: Student's Book: An Integrated Skills Course for EAP*. Cambridge, Cambridge University Press, 2012, 176 p.

## Comparison of DeepSeek and ChatGPT in generating grammar exercises for English language learning

Mosolov Alexey Viktorovich

mosolovav@student.bmstu.ru

Ivanov Alexey Sergeyevich

ivanovas@student.bmstu.ru

Artemenko Olga Alexandrovna

artemenko.oa@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article is devoted to a comparative analysis of grammar exercise generation methods using DeepSeek and ChatGPT neural networks based on a vocabulary of 40 units and three types of templates: error correction, subject-predicate agreement, and form or preposition selection. Their abilities to process queries in Russian and English were studied, taking into account such aspects as understanding the task, using vocabulary, adhering to a given volume, and ensuring grammatical accuracy.*

**Keywords:** *neural networks, artificial intelligence, ChatGPT, DeepSeek, grammar exercises, vocabulary, language learning*

УДК 364.244

## Понимание невербальных знаков представителей разных культур как способ преодоления языкового барьера

Геращенко Александр Евгеньевич nekros.praim@yandex.ru

Васильев Никита Тимурович kiritokusaki@mail.ru

Кобяков Всеволод Евгеньевич kobyakovve@student.bmstu.ru

Белова Елена Витальевна belova\_elena@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена рассмотрению невербального общения, как способу преодоления языкового барьера. Приведены методы, помогающие передать желанную информацию без знания языка, или при его слабом владении. Для лучшего понимания практического применения невербальных знаков рассмотрены различные регионы, для которых будут выявлены благоприятные и неблагоприятные жесты, которые следует применять или избегать.*

**Ключевые слова:** преодоление языкового барьера, врожденные жесты, различие значения символов в странах, международный язык

Невербальное общение — это мощный инструмент для преодоления языкового барьера, поскольку оно опирается на универсальные формы выражения и понимания, которые не зависят от конкретного языка. В ситуациях, когда вербальное общение затруднено или невозможно, невербальные сигналы могут значительно облегчить взаимодействие и передачу информации [1]. Согласно исследованию Р. Бердвиссла, 65 % информации, переданной в ходе общения, мы получаем с помощью невербальных средств [2]. Среди них выделяют собственно невербальные средства коммуникации — жесты, мимику, телодвижения, взгляды, дистанцию общения и использование пространства, и паравербальные средства — интонацию, тембр голоса, скорость речи.

Различные культуры имеют разные невербальные средства коммуникации, и даже такое выражение мимики, как улыбка, может по-разному восприниматься в разных странах. В английской и американской традициях, к примеру, улыбка символизирует отсутствие агрессии, принадлежность к обществу, интерес к общению, готовность к сотрудничеству, желание помочь, уважение и услужливость, а также социальный успех и благосостояние. В русской культуре улыбка может восприниматься как признак несерьезности или легкомысленности, а также как искреннее проявление хорошего настроения, особого расположения к собеседнику, флирт, переход к более близким отношениям, насмешку и критику, а иногда и как знак лукавства или обмана, а также выражение уважения к людям с более высоким социальным статусом [3].

Дистанция при общении также варьируется в зависимости от национальности. Исследования проксемики, проводимые в разных странах, показыва-

ют, что англичане предпочитают больше пространства при личном общении по сравнению с французами и итальянцами. В свою очередь, французы и итальянцы используют больше личного пространства, чем ирландцы и шотландцы, а армяне и грузины находятся ближе друг к другу, чем эстонцы. Люди из регионов с теплым климатом склонны к более тесному контакту, тогда как в холодных климатах общение происходит на большем расстоянии с минимальными физическими соприкосновениями [4].

При нарушении личного пространства люди из индивидуалистических культур реагируют более агрессивно и активно сопротивляются, в отличие от представителей коллективистских культур. Непонимание пространственных границ может вызвать трудности в общении и привести к межкультурным конфликтам.

Важную роль в понимании собеседника играют жесты. Однако перед использованием знаков в разных странах следует изучить особенности культуры, так как жесты в разных регионах могут означать совершенно разные вещи. К примеру: жест «ОК» в западных странах означает, что все хорошо, в Японии тот же знак означает «деньги», во Франции — «ноль», в Кувейте и других частях арабского мира этот жест означает сглаз и используется как проклятие, а в Бразилии или Турции он расценивается как оскорбление [5].

Для успешного общения с представителями разных культур одного знания языка, как видно из сказанного ранее, может оказаться недостаточным, а неправильная мимика или жестикуляция могут привести к непониманию и конфликту.

Для проверки знаний культурных различий в невербальной коммуникации был проведен опрос студентов 3-го курса КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Выяснилось, что из 14 респондентов знают об особенностях общения, таких как дистанция. 10 студентов правильно (интуитивно, по большей части) определили, какие нации держат большую дистанцию при разговоре, по сравнению с другими. Чуть меньше студентов слышали о разнице в значении улыбки у русских и американцев (6 человек дали правильные ответы), но никто из опрашиваемых не смог определить значения жестов, таких как кручение пальцев у виска для британцев (думай сам), жест «коза» с оттопыренным большим пальцем (я тебя люблю) для американцев, постукивание указательным пальцем по носу у британцев (пусть это останется в тайне).

Это говорит о том, что в школе, а тем более в техническом вузе, уделяется слишком мало внимания межкультурной коммуникации, что может усложнить понимание собеседника в реальной ситуации общения с представителями другой культуры. Соответственно, преподавателю необходимо включать жесты, характерные для культуры изучаемого языка, при общении на занятиях, возможно с кратким пояснением их значений. Еще один вариант знакомства студентов с особенностями невербального общения изучаемой ими культуры — попросить подготовить презентацию об этом среди прочих проектов по страноведению. Также можно разыграть диалоги по подготовленным заранее карточкам с описанием различных сценариев: студенты вы-

бирают карточки и разыгрывают сценки, соблюдая указанные невербальные нормы. Остальные студенты должны угадать, какую культуру они изображают, и обсудить, какие невербальные элементы были использованы. Данная информация непременно будет интересна студентам, и даже если они не запомнят все особенности невербальной коммуникации в разных культурах, в их памяти останется информация о том, что нужно быть осторожнее с жестикულიцией, так как не все жесты могут восприниматься одинаково.

**Заключение.** Невербальное общение действительно является мощным инструментом для преодоления языковых барьеров, опираясь на врожденные и универсальные формы выражения. Несмотря на существование международного языка, не все владеют им в достаточной мере для эффективной коммуникации. В отличие от него, невербальные сигналы, такие как мимика и жесты, используются интуитивно и могут передавать базовые эмоции и намерения. Однако культурные различия в интерпретации жестов требуют осторожности и понимания контекста.

## Литература

- [1] *Невербальное общение*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Невербальное\\_общение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Невербальное_общение) (дата обращения 31.03.2025).
- [2] Birdwhistell R.L. *Introduction to Kinesics: (an Annotation System for Analysis of Body Motion and Gesture)*. Department of State, Foreign Service Institute, 1952, 75 p.
- [3] Прохоров Ю.Е., Стернин И.А. *Русские: коммуникативное поведение*. Москва, Наука, 2006, 238 с.
- [4] Гузикова М.О., Фофанова П.Ю. *Основы теории межкультурной коммуникации*. Екатеринбург, Изд-во Уральского университета, 2015, с. 76–81.
- [5] Аветисян М. *Особенности жестикულიции в разных странах*. URL: <https://skyteach.ru/lifestyle/osobennosti-zhestikulyacii-v-raznyx-stranax/> (дата обращения 31.03.2025).

## Understanding non-verbal cues from different cultures as a way to overcome the language barrier

Gerashchenko Alexander Evgenievich

nekros.praim@yandex.ru

Vasiliev Nikita Timurovich

kiritokusaki@mail.ru

Kobyakov Vsevolod Evgenievich

kobyakovve@student.bmstu.ru

Belova Elena Vitalievna

belova\_elena@bmstu.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article is dedicated to examining nonverbal communication as a means of overcoming the language barrier. The paper presents methods that help to convey desired information without knowledge of a language, or with limited proficiency. To better understand the practical application of nonverbal signs, various regions are considered, for which favorable and unfavorable gestures that should be used or avoided will be identified.*

**Keywords:** overcoming the language barrier, innate gestures, differences in the meaning of symbols in different countries, international language

УДК 004.89

## Анализ документов средствами китайских инструментов искусственного интеллекта

Крыленкина Антонина Вячеславовна

krilenkina@bmstu.ru

Федоров Виктор Олегович

fedorov\_vo@bmstu.ru

Шарунов Роман Дмитриевич

sharunovrd@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Протестированы языковые модели DeepSeek, MiniMax и Qwen для решения прикладных задач лингвистики и лингводидактики. Цель работы — анализ результативности обработки текстовых файлов различными ИИ с целью выборки предложений на английском языке, содержащих определенную лексику и заданные грамматические конструкции. Был выполнен анализ возможностей и ограничений языковых моделей.*

**Ключевые слова:** большие языковые модели, БЯМ, DeepSeek, MiniMax, Qwen, работа с файлами

Технологии ИИ все больше проникают в нашу повседневную жизнь и становятся инструментами для работы не только в сфере информационных технологий, но и достаточно быстро входят в практику современного образования, в том числе и отечественного. В системе общего образования уже признается оправданным использовать технологии GPT-подобных средств для проектирования теорий обучения и воспитания.

Однако, не смотря на перспективы развития и применения такого рода ИИ технологий, использование инструментов генеративных языковых моделей требует критичного осмысления по отношению к предлагаемым искусственным интеллектом вариантов решения [1].

Еще нужно учитывать, что БЯМ (большие языковые модели) не способны «думать» в привычном для человека понимании, а создают ответы, максимально подходящие под заданные условия как в рамках собственных ограничений, так и в пределах заявленными пользователями запросами. А так как цель для данных ИИ внешняя правдоподобность, то часто совершает ошибки. Как пример, результаты поиска статей с помощью искусственного интеллекта (рис. 1) [2].

Также стоит учитывать и доступность таковых методов взаимодействий с большими языковыми моделями, например удобство, простота в использовании, доступный функционал и другое. Особенно это касается сферы анализа и взаимодействия с несколькими документами одновременно [3].

**Описание эксперимента.** В первую очередь, проверялось то, как себя будет проявлять выбранная языковая модель в условиях простых и базовых запросах, который может дать простой человек, без погружения в сферу ИТ.

Это позволит понять, как хорошо ИИ понимает, что предстоит ей сделать по малому контексту [4].

Далее для проведения эксперимента рассматривалась обособленность от сторонних приложения или иных инструментов разработки, использующие API применяемых языковых моделей. В данном случае проверки проводились на официальных сайтах представителей языковых моделей, предоставляющие доступ к инструментам.

Другое условие — использование бесплатных или условно бесплатных и общедоступных инструментов искусственного интеллекта. Это позволяет понять, как хорошо ИИ справляются с поставленными задачами без лишних затрат.

В нашем исследовании инструменты генеративного поиска часто уверенно **ошибались**.

The Tow Center nonпосил восемь инструментов генерирующего поиска идентифицировать исходную статью, публикацию и URL-адреса для 200 отрывков, извлеченных из новостных статей 20 издательств. Каждый квадрат отражает цитируемость ответа.

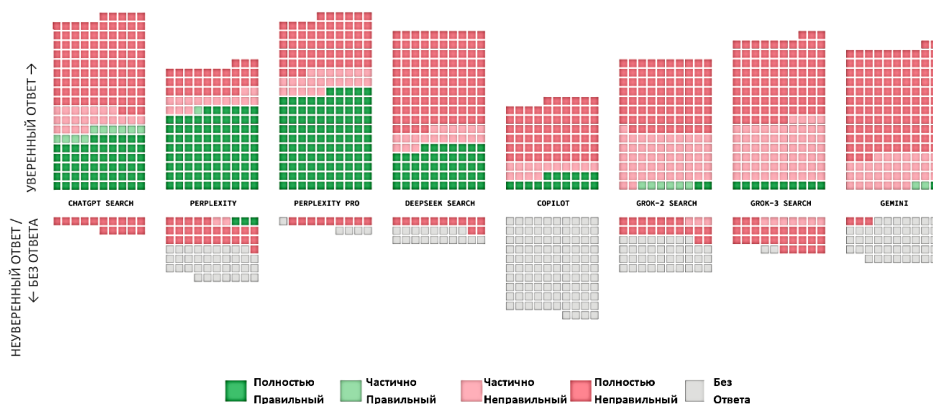


Рис. 1. Результаты поиска статей с помощью ИИ

Для эксперимента были взяты два документа формата docx. В первом содержится статья на английском языке, в котором требовалось найти все предложения с определенной лексикой. Во втором документе находится список такой лексики: слова и словосочетания. Ожиданием от результата является список требуемых предложений из статьи или списка сочетаний соответствующей лексики и предложения.

Каждая модель проверялась по десять раз одинаковыми запросами (промптами, prompt). Для этого, каждый новый запрос создавался в новом чате внутри данной модели, чтобы ИИ ориентировалась только на текущий диалог. Пример запроса: *Привет. Можешь найти предложения из статьи в одном файле, которые содержат лексику в другом? Запиши в качестве ответа эти найденные предложения.*



**Рассматриваемые языковые модели.** В рамках данного эксперимента были выбраны пять версий разных языковых моделей:

- DeepSeek — стартап компании High-Flyer, который имеет нужный для исследования функционал работы с файлами. Данная модель позволяет работать в двух режимах: стандартный и режим «глубокой мысли» (DeepThink R1). Второй режим позволяет модели больше рассуждать над заданными вопросами, а также позволяет отследить то, как нейросеть «мыслит»;

- MiniMax-01 — проект компании MiniMax. Данная нейросеть позволяет работать в текстовом режиме, создавать видео и аудио. Интересующая нас версия — MiniMax-Text-01, которая позволяет в текстовом запросе работать одновременно с несколькими файлами;

- Qwen — языковая модель от Alibaba Cloud. В рамках эксперимента рассматривались три версии этой ИИ: Qwen2.5-Max и Qwen2.5-Plus как стандартные модели, а также QwQ-32B с функцией «Мышление». В отличие от предыдущих кандидатов, оригинальный функционал сайта для работы с данными ИИ позволяет прикреплять только один файл в рамках одного запроса. Поэтому для получения результата в рамках одного чата вводилось по два промпта.

**Результаты ответов.** В общей сложности было проведено 50 диалоговых чатов для получения результатов. Все полученные ответы зачастую представляли из себя соответствия типа «лексика(-ки): предложение(-ия)».

Единицами для подсчета результирующих соответствий стали:

- нет лексики — данная лексика существует в списке, но ее нет в данной статье;

- предложение без лексики — данное предложение существует в статье, но не содержит никакой лексики из списка;

- вымысел — несуществующие предложения в статье или вымышленная лексика, которой нет в списке. Часто вымышленную лексику ИИ приводил как синонимичное к слову из списка, например, «*achieved (синонимичное значение к make progress)*»;

- неправильное соответствие — лексика существует в тексте, а в предложении есть слова из списка, но не соответствуют друг другу в рамках ответа типа «лексика(-ки): предложение(-ия)»;

- частично правильные предложения — предложение содержит какую-то лексику, но нет соответствия с предложенным словом, по причине вымысла или отсутствия такого в списке;

- полное соответствие — предложение и лексика правильно соотнесены друг к другу.

Как и заявлялось ранее, текстовым генеративным моделям свойственно привирать и ошибаться, что и подтверждает текущий эксперимент. В среднем, более трети всех результатов содержат ошибки (рис. 3).

Разбирая полученные результаты разных рассматриваемых ИИ, можно отметить несколько деталей. Так, обе версии DeepSeek выдавали больше всего предложений и лексики (рис. 4). Благодаря этому, в общем случае можно

найти больше требуемых предложений. Несмотря на то, что в обычном режиме нейросеть находит больше лексики, которой нет в тексте вообще, в режиме Deep Think модель начинает больше выдумывать, находя синонимичные слова, а не существующую лексику (рис. 2). Хотя в таком режиме было предложено больше всего правильных соответствий.

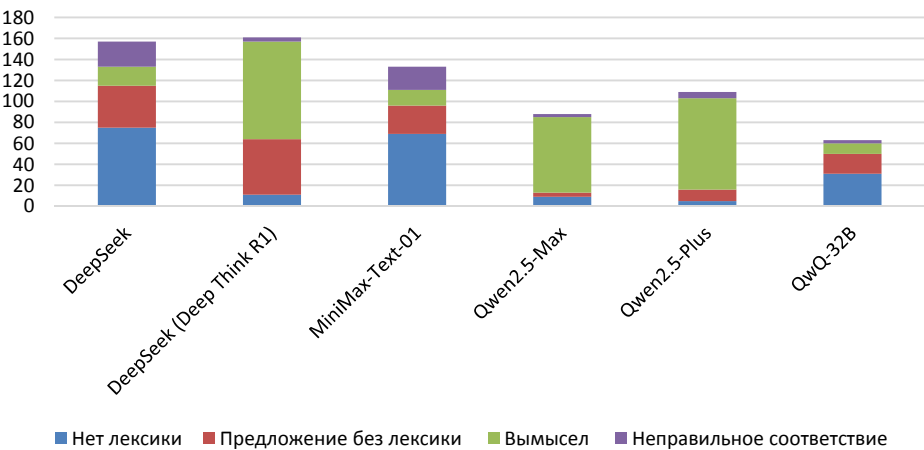


Рис. 2. Количество существенных ошибок

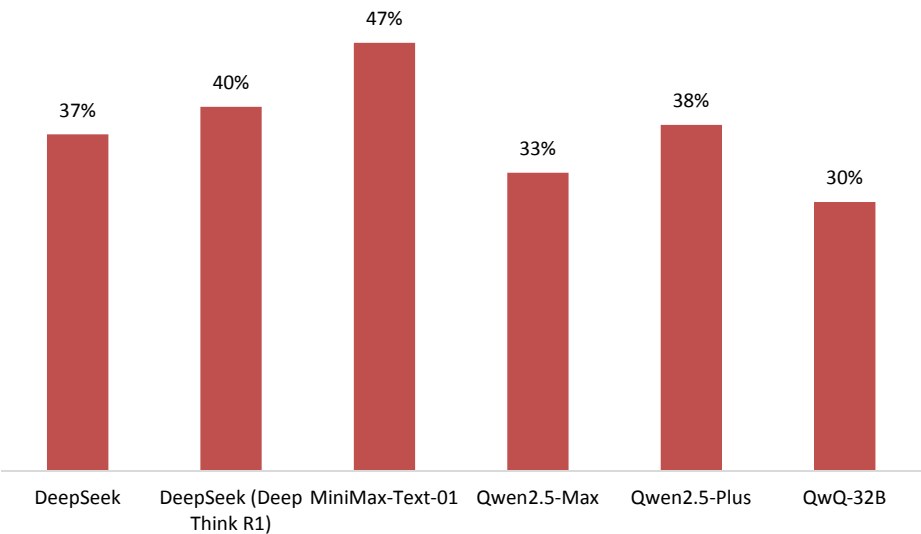


Рис. 3. Процент существенных ошибок

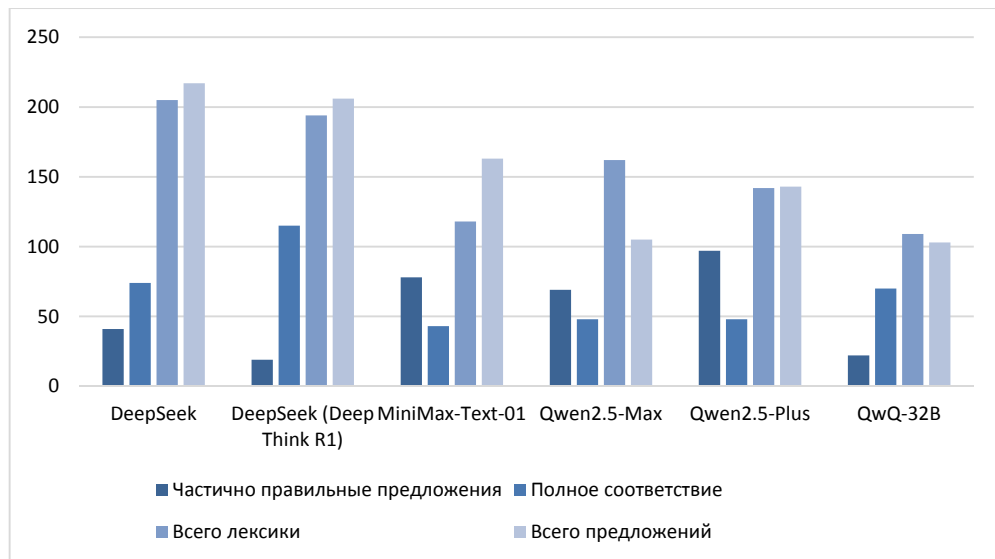


Рис. 4. Количество правильных результатов к их общему числу

Языковая модель от MiniMax проявила больше всего ошибок в процентном отношении к общему числу приложенных предложений и лексики (рис. 3). А нейросети Qwen проявили себя обратным образом, относительно DeepSeek: в обычных режимах выдает больше вымысла, но при «Размышлении» совершал меньше всего ошибок.

**Заключение.** Большие языковые модели, в первую очередь, являются инструментами, помощниками в работе. Особенно это касается нейросетей, рассчитанные на всех, где нет фокуса на конкретные темы. Обобщенность работы таких ИИ допускает фактические ошибки в определенных тематиках, таких как анализ на основе файлов, что и подтверждает проведенный эксперимент. По результатам тестов, ни одна из представленных моделей не показала значительных результатов, чтобы можно было утверждать об удачном применении данных нейросетей для работы с документами.

Оптимальное использование этих моделей заключается в их интеграции через API, что позволяет максимально эффективно использовать их возможности для различных сценариев. Выбор конкретной модели должен основываться на специфических требованиях пользователя и особенностях задачи.

## Литература

- [1] Пустовойтов В.Н. Искусственный интеллект в образовании: практики и перспективные направления использования генеративных технологий обработки естественного языка. *Образовательное пространство в информационную эпоху (ЕЕИА-2024). Междунар. науч.-практ. конф.: сб. тр.* Москва, ФГБУ «Российская академия образования», 2024, с. 973–979.

- [2] Jaźwińska K., Chandrasekar A. AI Search has a citation problem. *Columbia Journalism Review*, 2025. URL: [https://www.cjr.org/tow\\_center/we-compared-eight-ai-search-engines-theyre-all-bad-at-citing-news.php](https://www.cjr.org/tow_center/we-compared-eight-ai-search-engines-theyre-all-bad-at-citing-news.php) (accessed 15.02.2025).
- [3] Молостцова Н.М., Гаар Н.П. GPT в образовании: перспективы и возможности для преподавателей. *Актуальные вопросы развития физико-математического и технологического образования. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. тр.* Новосибирск, Новосибирский государственный педагогический университет, 2024, с. 81–86.
- [4] Пустовойтов В.Н. *Методические приемы использования учителем-предметником технологий искусственного интеллекта в учебно-воспитательном процессе. Проблемы дошкольного и общего образования в Российской Федерации.* Ульяновск, Зебра, 2024, с. 288–305.

## Document analysis using Chinese artificial intelligence tools

Krilenkina Antonina Vyacheslavovna

krilenkina@bmstu.ru

Fedorov Viktor Olegovich

fedorov\_vo@bmstu.ru

Sharunov Roman Dmitrievich

sharunovrd@student.bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The DeepSeek, MiniMax and Qwen language models have been tested for solving applied problems of linguistics and linguodidactics. The purpose of the work: to analyse the effectiveness of processing text files by various AI systems in order to sample sentences in English containing certain vocabulary and specified grammatical constructions. An analysis of the possibilities and limitations of language models was performed.*

**Keywords:** *large language models, LLM, DeepSeek, MiniMax, Qwen, working with files*

УДК 004.43

## Контрастивное изучение синтаксиса естественных языков и языков программирования

Герасимова Софья Вячеславовна

gerasimovasv@student.bmstu.ru

Крыленкина Антонина Вячеславовна

krilenkina@bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Представлен обзор синтаксиса естественных языков и языков программирования, рассмотрены их сходства и различия. Естественные языки характеризуются гибкостью, контекстуальной зависимостью и вариативностью, языки программирования обладают строгим и формализованным синтаксисом. Оба типа языков имеют иерархическую структуру и поддерживают рекурсию, что подчеркивает их общие черты. Исследование синтаксиса этих языковых систем имеет важные практические приложения, включая разработку более интуитивных языков программирования и улучшение систем автоматической обработки естественного языка.*

**Ключевые слова:** синтаксис, естественные языки, языки программирования, лингвистика, гибкость, формализация, рекурсия, иерархическая структура, контекстуальная зависимость, неоднозначность, нейронные сети

Сравнительный анализ синтаксиса естественных языков и языков программирования представляет собой междисциплинарную область исследований, которая объединяет лингвистику, компьютерные науки и когнитивную психологию. Несмотря на то, что естественные языки и языки программирования служат разным целям, их синтаксические структуры имеют как сходства, так и различия. В последние десятилетия развитие искусственного интеллекта и нейронных сетей привело к необходимости глубокого анализа этих двух языковых систем.

Естественные языки отчасти обладают высокой степенью вариативности и допускают некоторую свободу в порядке слов, использовании синонимов и грамматических конструкций. Например, в русском языке допустимо сказать как «Я прочитала книгу», так и «Книгу я прочитала», не изменяя смысла высказывания, но придавая ему различные прагматические оттенки. Языки программирования, напротив, имеют строгий синтаксис, где даже небольшое отклонение (например, пропущенная скобка или неверный оператор) ведет к синтаксическим ошибкам. Фразы на естественных языках значительно зависят от контекста и подразумевают смысловую интерпретацию. Языки программирования опираются на формально определенную грамматику, где каждая конструкция имеет четко определенное значение.

Как естественные, так и программные языки имеют иерархическую структуру. В естественных языках предложения строятся из фраз, а фразы состоят из слов. В языках программирования аналогичная иерархия проявля-

ется в виде операторов, выражений и блоков кода. Например, конструкция «while (condition) { statements }» является аналогом сложноподчиненного предложения в обычном языке.

Синтаксис естественных языков характеризуется высокой степенью гибкости и контекстуальной зависимостью. В данном случае синтаксические структуры часто допускают вариативность порядка слов, опущение элементов и использование ссылок на предыдущие элементы в тексте [1]. Например, в естественном языке можно сказать: «Он пошел в магазин, а потом — домой», опуская глагол «пошел». В языках программирования подобное опущение невозможно.

Кроме того, синтаксис естественных языков тесно связан с семантикой и прагматикой. Контекст играет ключевую роль в интерпретации предложений, что делает естественные языки мощным инструментом для передачи сложных идей и эмоций [2]. Однако эта гибкость также приводит к неоднозначности, которая может затруднять автоматическую обработку текста.

В отличие от естественных языков, синтаксис языков программирования строго формализован и однозначен. Программные языки разрабатываются с целью минимизировать неоднозначность и обеспечить точное выполнение инструкций компьютером. Например, в языке Python синтаксис требует строгого соблюдения правил отступов для обозначения блоков кода, а в языке C++ каждая команда должна заканчиваться точкой с запятой. Однозначность синтаксиса позволяет компиляторам и интерпретаторам точно анализировать и выполнять код. Однако эта строгость также ограничивает выразительные возможности языка. В отличие от случая с естественными языками, где контекст может прояснить значение, в программировании контекстная зависимость отсутствует, и каждая конструкция должна быть явно определена. В программировании порядок элементов строго фиксирован. Например, в языке Java вызов метода всегда следует за объектом, к которому он применяется: `object.method()`. Это правило не допускает вариаций [3].

Оба типа языков обладают свойством рекурсивности. В естественных языках это проявляется, например в виде вложенных придаточных предложений: «Я знаю, что он сказал, что он приедет завтра». В языках программирования рекурсия используется для вызова функций внутри самих себя, что позволяет эффективно решать задачи с повторяющейся структурой.

Изучение синтаксиса естественных и программных языков также имеет важные когнитивные последствия. Исследования показывают, что освоение синтаксиса языка программирования требует от пользователей развития специфических когнитивных навыков, таких как способность к абстрактному мышлению и точному следованию правилам. В то же время, пользователи естественных языков полагаются на интуитивное понимание контекста и гибкость синтаксиса.

Контрастивное изучение синтаксиса двух типов языков имеет важные практические приложения. Например, понимание сходств и различий между синтаксическими структурами может помочь в разработке интуитивных языков программирования, которые будут легче осваиваться новичками. Напри-

мер, Python во многом напоминает естественный язык, что делает его более доступным для начинающих программистов. Кроме того, результаты таких исследований могут быть использованы для улучшения систем автоматической обработки естественного языка (NLP), которые часто сталкиваются с проблемами неоднозначности и контекстуальной зависимости [4].

Синтаксис естественных языков и языков программирования, несмотря на значительные различия, обладает рядом общих структурных свойств. Кон-трастивный анализ этих языковых систем дает ценные результаты для линг-вистики, информатики и разработки ИИ-моделей. Современные нейросете-вые технологии все больше объединяют методы обработки естественного и программного языка, что позволяет создавать более эффективные и адап-тивные системы автоматизированного анализа и генерации текста и кода. Ис-следование и анализ синтаксиса не только углубляет понимание языковых структур, но и способствует развитию технологий, которые делают взаимо-действие человека с машиной более естественным и эффективным.

## Литература

- [1] Стародумова Е.А. *Синтаксис современного русского языка*. Москва, ФЛИНТА, 2023, 260 с.
- [2] Шапочкин Д.В., Богданова Л.И., Пчелинцева И.Г. *Прототипические модели в языках и дискурсах*. Тюмень, ТюмГУ, 2018, 148 с.
- [3] Пруцков А.В. *Язык программирования Java. Введение в курс: операторы и типы данных*. Рязань, РГРТУ, 2016, 72 с.
- [4] Ганегедара Т. *Обработка естественного языка с TensorFlow: руководство*. Москва, ДМК Пресс, 2020, 382 с.

## Contrastive study of the syntax of natural languages and programming languages

Gerasimova Sofia Vyacheslavovna

gerasimovasv@student.bmstu.ru

Krylenkina Antonina Vyacheslavovna

krilenkina@bmstu.ru

Belov Yuri Sergeevich

ysbelov@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article provides an overview of the syntax of natural languages and programming languages, their similarities and differences. Natural languages are characterized by flexibility, contextual dependence and variability, programming languages have strict and formalized syntax. Both types of languages have a hierarchical structure and support recursion, which highlights their common features. The study of the syntax of these language systems has important practical applications, including the development of more intuitive programming languages and the improvement of automatic natural language processing systems.*

**Keywords:** *syntax, natural languages, programming languages, linguistics, flexibility, formalization, recursion, hierarchical structure, contextual dependence, ambiguity, neural networks*

УДК 004.43

## Языковые модели для автоматического рефакторинга кода с учетом стиля разработчика

Самсонова Марина Александровна  
Крыленкина Антонина Вячеславовна

samsonovama@student.bmstu.ru  
krilenkina@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрены возможности применения языковых моделей для автоматического рефакторинга кода с учетом стиля разработчика. Описаны подходы к обучению моделей на примерах пользовательского кода и способы адаптации под стандарты команды. Показано, что большинство аспектов стиля — таких как форматирование, именование и архитектурные принципы — поддаются стандартизации, что облегчает их автоматическое применение. Отмечено, что интеграция языковых моделей в инструменты разработки ускоряет процесс рефакторинга, повышает читаемость и учитывает, как индивидуальные предпочтения, так и командные стандарты.*

**Ключевые слова:** языковые модели, автоматический рефакторинг, стандарты кодирования, адаптация стиля, машинное обучение

Современная разработка программного обеспечения требует не только функционального, но и хорошо структурированного кода, обеспечивающего простоту поддержания и расширения. Рефакторинг играет ключевую роль в улучшении качества программного кода. Однако процесс рефакторинга зачастую сопряжен с высокими временными затратами и субъективным восприятием стиля кода. В последние годы языковые модели (Language Models, LM) стали применяться для автоматизации рефакторинга, включая адаптацию к стилю конкретного разработчика или команды [1]. В статье рассматриваются возможности, принципы работы и перспективы использования языковых моделей для автоматического рефакторинга с учетом индивидуального стиля.

Языковые модели представляют собой алгоритмы обработки естественного языка (NLP), обученные на крупных объемах текстовых данных. В контексте программирования они используются для анализа, генерации и улучшения исходного кода. Среди наиболее популярных моделей, применяемых в разработке, можно выделить OpenAI Codex, GPT-4, CodeT5 и AlphaCode [2].

Автоматический рефакторинг с использованием языковых моделей направлен на улучшение структуры и качества кода. Такие модели повышают читаемость, улучшая восприятие кода разработчиками. Они также способствуют оптимизации алгоритмов, снижая их сложность и повышая производительность. Модели адаптируют код к принятым в команде стандартам, обеспечивая единообразие стиля [3]. Существенным преимуществом является устранение дублирующегося кода, что способствует уменьшению объема



проекта и упрощению его поддержки. Кроме того, такие инструменты способны находить и устранять анти-паттерны, минимизируя потенциальные ошибки и уязвимости [4].

Автоматический рефакторинг требует соблюдения стиля, характерного для конкретного разработчика или команды. Этот стиль чаще всего выражается через стандартизацию кодирования, что делает процесс более формализованным и предсказуемым [5].

Форматирование кода играет важную роль в обеспечении его читаемости. Правильные отступы, расположение скобок и пробелов способствуют не только визуальной ясности, но и быстрому ориентированию в логике программы. Важным элементом стандартизации является последовательное именование переменных, функций и классов, что исключает двусмысленности и упрощает навигацию в коде, особенно в крупных проектах [6]. Выбор языковых конструкций и шаблонов проектирования также влияет на удобство чтения и поддержки кода.

Структурные принципы программирования, такие как использование функционального или объектно-ориентированного подхода, напрямую отражаются на архитектуре программы и ее способности к расширению. Таким образом, большинство аспектов стиля кода поддаются стандартизации, что позволяет языковым моделям учитывать их при рефакторинге. Модели могут обучаться на коде конкретного разработчика или анализировать существующий репозиторий, что дает возможность предлагать изменения в соответствии с установленными стандартами [7].

Для адаптации языковых моделей к стилю работы конкретного разработчика существует несколько методов, позволяющих учитывать индивидуальные предпочтения и стандарты кодирования. Одним из таких методов является фэйнтюнинг модели на коде разработчика или команды. В процессе дообучения модель адаптируется к специфическим примерам кода, что позволяет учитывать предпочтения в именовании переменных, выборе конструкций и подходах к решению задач. Этот подход делает модель более персонализированной и соответствующей стилю работы конкретного разработчика [8].

Другим важным методом является использование обратной связи от пользователя. Модель предлагает изменения, которые разработчик может принять или отклонить. В случае отклонения предложенных изменений модель учитывает полученную информацию, что позволяет ей адаптировать свои рекомендации в будущем [9]. Такой подход способствует улучшению точности модели, ориентируясь на индивидуальные предпочтения в кодировании.

Для учета конкретных стандартов кодирования могут быть использованы заранее заданные правила и шаблоны, такие как требования к форматированию кода или правила именования. Это способствует автоматизации процесса рефакторинга, не нарушая установленных командных или организационных стандартов. Модель, обученная на таких правилах, будет учитывать их при предложении изменений, что ускоряет процесс рефакторинга [10].

Также полезным подходом является обогащение модели метаданными и контекстом. Эти данные могут включать информацию о типах данных, библиотеках или спецификациях проекта, что помогает модели предлагать более точные изменения и избегать ошибок, недопустимых в рамках конкретного проекта. Наконец, контекстное обучение с учетом истории изменений в коде позволяет модели изучать, как код развивался со временем [3]. Это помогает предложить изменения, которые соответствуют предыдущим улучшениям и предпочтениям разработчика, повышая точность предложений.

Развитие языковых моделей для автоматического рефакторинга кода открывает перспективы повышения точности и эффективности рефакторинга через увеличение объемов данных и совершенствование алгоритмов. Одним из важных направлений является интеграция этих моделей с инструментами разработки, что упростит и ускорит процесс работы с кодом. Также улучшение персонализации моделей позволит более точно учитывать предпочтения разработчиков и особенности командных стандартов. Тем не менее, существует ряд ограничений, таких как возможность генерации неоптимального или трудночитаемого кода, что требует дополнительной валидации изменений. Кроме того, обучение и использование таких моделей предполагает значительные вычислительные ресурсы, что остается важным фактором при их массовом внедрении [5].

Подводя итог, применение языковых моделей для автоматического рефакторинга кода представляет собой значительный прогресс в области разработки программного обеспечения. Эти модели способны существенно повысить эффективность процессов улучшения качества кода, снижая количество ошибок и улучшая его читаемость, что является важным фактором для долгосрочной поддержки и масштабирования программных проектов. В будущем автоматизированные инструменты рефакторинга на базе языковых моделей могут стать неотъемлемой частью рабочего процесса программистов, позволяя сосредоточиться на более сложных и творческих аспектах разработки.

## Литература

- [1] Li Y., Liu T., Wang L., Zhou Z. Language models for automated code refactoring: Challenges and opportunities. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2021, vol. 54, no. 3, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1145/3431102>
- [2] Zhou L., Li L., Wu Z., Zhang Y. Code refactoring with transformer-based models: A survey. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2022, vol. 48, no. 6, pp. 1234–1252. <https://doi.org/10.1109/TSE.2022.3156743>
- [3] Zhao P., Yu S., Liu F., Chen H. CodeBERT: A pre-trained model for code understanding and generation. *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (ICML 2021)*, 2021, arXiv:2002.08155v4.
- [4] Cai X., He X., Zhou Z. Fine-tuning language models for personalized code refactoring. *Proceedings of the ACM/IEEE 44th International Conference on Software Engineering (ICSE 2022)*, 2022, pp. 859–871. <https://doi.org/10.1109/ICSE50101.2022.00098>
- [5] Kumar A., Singh A., Bansal S. Enhancing code quality with machine learning: Refactoring techniques using large language models. *Proceedings of the IEEE/ACM 42nd International Conference on Software Engineering (ICSE 2020)*, 2020, pp. 1172–1183. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2020.00120>

- [6] Dufour A., Schenk G., Muda F. Refactoring with deep learning: Leveraging neural networks for code style adaptation. *Software Quality Journal*, 2021, vol. 29, no. 2, pp. 317–336. <https://doi.org/10.1007/s11219-021-09408-0>
- [7] Xu J., Gu Z., Liu S., Zhang Y. Adapting neural models for code refactoring: A case study on refactoring consistency. *Empirical Software Engineering*, 2022, vol. 27, no. 4, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1007/s10664-022-10013-y>
- [8] Shin H., Lee K., Kim S. Learning code refactoring from large codebases: A study on transformer-based approaches. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2021, vol. 47, no. 8, pp. 1742–1756. <https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3088913>
- [9] Zhang L., Chen Z., Li Y., Yang S. A study on language model fine-tuning for personalized code quality improvement. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 2023, vol. 32, no. 1, pp. 1–34. <https://doi.org/10.1145/3512211>
- [10] Boucher M., Pham T., Zhou Z. Automatic code refactoring with GPT-3 and team-specific coding standards. *Proceedings of the 29th International Conference on Program Comprehension (ICPC 2021)*, 2021, pp. 230–240. <https://doi.org/10.1109/ICPC52251.2021.00042>

## Language models for automatic code refactoring based on developer style

Samsonova Marina Aleksandrovna

samsonovama@student.bmstu.ru

Krylenkina Antonina Vyacheslavovna

krilenkina@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The possibilities of using language models for automatic code refactoring taking into account the developer's style are considered. Approaches to training models on examples of user code and methods of adaptation to team standards are described. It is shown that most aspects of style — such as formatting, naming, and architectural principles — can be standardized, which facilitates their automatic application. It is noted that the integration of language models into development tools accelerates the refactoring process, improves readability, and takes into account both individual preferences and team standards.*

**Keywords:** *language models, automatic refactoring, coding standards, style adaptation, machine learning*

УДК 81

## Языковой барьер как фактор искажения методологий Agile и Waterfall: исследование влияния английского языка на процессы обмена знаниями в разработке ПО

Тихонов Никита Александрович    nikitatihonov432@mail.ru

Полякова Кира Александровна    kir.polyackowa@yandex.ru

Джанаев Карим Сергеевич    karim-2018@yandex.ru

Павлов Игорь Владимирович    pavl.19or@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние английского языка как основного средства коммуникации на процессы обмена знаниями и обучения в рамках методологий Agile и Waterfall. Особое внимание уделено тому, как языковой барьер может исказить восприятие, передачу и накопление знаний, критически необходимых для эффективной итеративной разработки и структурированного планирования. Исследование базируется на эмпирических данных, полученных при анализе процессов обучения и рефлексии в Agile-разработке, а также на концепциях, выдвинутых в работах по дизайну и решению сложных проблем.*

**Ключевые слова:** языковой барьер, Agile, Waterfall, обмен знаниями, рефлексия в действии, итеративная разработка, программное обеспечение, обучение

Современные методологии разработки программного обеспечения, такие как Agile и Waterfall, опираются на активное взаимодействие участников проекта, обмен опытом и коллективное обучение. Agile-подход, в частности, характеризуется итеративностью процесса, постоянной адаптацией к изменениям требований и непрерывной рефлексией участников проекта. Однако когда английский язык становится доминирующим инструментом коммуникации, а участники команды не владеют им на должном уровне, возникает риск искажения передачи знаний, недопонимания требований и, как следствие, нарушения эффективности реализации методологий.

Agile-подход базируется на итеративном цикле разработки, в ходе которого выпускаются промежуточные версии продукта, а понимание как проблемы, так и требований к решению постепенно уточняется. Agile development process is iterative, with several releases of intermediate products towards the culmination in a final product [1]. Такой подход предполагает ongoing conversation with the situation — постоянный диалог между разработчиками и заказчиком, позволяющий корректировать как постановку задачи, так и процесс ее решения.

При этом если коммуникация происходит на английском языке, высокий уровень владения языком становится критически важным для передачи сложных концепций, технических нюансов и опыта. При недостаточном вла-

дении английским понимание проблемы и решения может исказиться, что приводит к ухудшению эффективности процесса разработки [1].

Одним из ключевых элементов Agile-разработки является концепция «рефлексии в действии», согласно которой участники проекта постоянно оценивают и корректируют свои действия. Этот процесс обеспечивает непрерывное самоусовершенствование, однако для его успешного осуществления необходима четкая и корректная коммуникация. При наличии языкового барьера возможность для полного и точного обмена знаниями сокращается. Например, в интервью один из участников из Новой Зеландии отметил: “I think in our business, software developing, it's a complex subject and it's impossible for one person to know about everything, so it's a day-by-day thing... This is a normal step and everybody is learning each day” [1]. Эта цитата иллюстрирует, как коллективное обучение и обмен опытом зависят от способности всех членов команды понимать и использовать сложную терминологию. Если языковой барьер мешает свободному диалогу, часть знаний может передаваться фрагментарно, что негативно сказывается на общей эффективности команды.

Эффективное групповое программирование и обмен опытом между участниками проекта требуют свободного и точного обмена информацией. В ряде случаев наблюдалось, что участники, распределенные между несколькими проектами, испытывали трудности в коллективном обсуждении.

Так, один из участников из Новой Зеландии отметил: “What I think affected our project...[the developer] was working on another project, he didn't have enough time, so he didn't have the space to chat with anybody, to discuss ideas with anybody, to work with anybody, so he was really just on his own” [1].

Такое разделение ресурсов приводит к тому, что даже при наличии высококвалифицированных специалистов ключевые знания концентрируются у отдельных лиц, владеющих английским языком на высоком уровне, в то время как остальные участники остаются вне основного информационного цикла. В аналогичном примере другой участник отметил: “I had never worked on the Spring framework before, but in this project it's completely related to Spring framework... so it helped me to learn it more faster, because he used to say: ‘okay, you have to go with this stuff, and you can do it’” [1]. Такие примеры подчеркивают, что распределение ролей (например, переводчика или координатора) может частично компенсировать языковой барьер, однако одновременно ограничивает возможности для коллективного обучения и развития, если обмен информацией происходит через одного специалиста.

Непрерывная рефлексия — как индивидуальная, так и коллективная — является основой для успешной реализации Agile-методологий, поскольку позволяет участникам корректировать свои действия и извлекать уроки из ошибок [1].

Прозрачность в коммуникации, подразумевающая открытость при обсуждении как положительных, так и негативных моментов, является одной из важных ценностей Agile-разработки. При этом участники сообщают о тенденции не обнажать проблемы, например о недостижимых сроках или техни-

ческих трудностях — что может быть обусловлено “command-and-control” менталитетом и высоким показателем Power Distance Index (PDI) [2]. Исследователи выдвигают гипотезы, согласно которым высокий уровень PDI негативно влияет на прозрачность, а высокий показатель Indulgence (IDG) способствует ее повышению [2]. В странах с более высоким PDI проблема прозрачности воспринимается особенно критически, в то время как в странах с более низким PDI внутри команды устанавливается более открытый обмен информацией [2].

Непрерывное улучшение процессов — один из краеугольных камней Agile, однако в различных культурных контекстах участники отмечают недостаточную вовлеченность в процессы улучшения, что может быть обусловлено недостатком времени или ограниченной автономией команды. Высокий PDI и долгосрочная ориентация (LTO) влияют на восприятие необходимости адаптировать текущие процессы к будущим изменениям, а внедрение зрелых практик, таких как использование моделей зрелости, свидетельствует о стремлении к системному подходу в улучшении рабочих процессов [2].

При рассмотрении влияния языкового барьера важно учитывать базовые отличия между методологиями. В сравнительной характеристике Waterfall и Agile демонстрируются различия по ряду ключевых аспектов — от целей и фундаментальных гипотез до методов коммуникации и размеров проектов [3]. Таблица иллюстрирует, как Waterfall-модель опирается на стабильность и детальное планирование, а Agile — на быструю реакцию на изменения и активное взаимодействие с заказчиком на протяжении всего проекта [3]. Если в англоязычных командах переход от формализованной Waterfall к гибким Agile-практикам может проходить сравнительно прозрачно, то в неанглоязычных странах языковой барьер существенно усложняет коммуникацию, особенно когда методология требует постоянного диалога (Agile) или детальной документации (Waterfall) [3]. Для команд с низким уровнем владения английским Waterfall может казаться удобнее за счет формализованных процессов, однако риск неправильной интерпретации обширной документации остается высок [3].

В условиях неанглоязычных команд одним из наиболее распространенных источников искажений является неполное понимание требований. Если требования формируются на английском языке, то команды, не владеющие им на высоком уровне, могут упускать важные детали, что приводит к обнаружению ошибок лишь на поздних этапах разработки, когда корректировки требуют значительных ресурсов [4]. Например, в одном из кейсов распределенная команда, работавшая над мобильным приложением, потеряла несколько недель, пытаясь уточнить технические детали, изначально неверно переведенные в спецификации [4]. Решением стало привлечение профессионального переводчика на этапе формирования требований и последующее обсуждение с заказчиком на обоих языках [4].

Сложности возникают и при переводе терминологии. Методологии Agile и Waterfall используют специфические термины, такие как user stories,

backlog, sprint, iteration, baseline, milestone. Если команда не владеет английским достаточно хорошо, может происходить неточное понимание ключевых концепций, что искажает сам подход к разработке. В одной из японских компаний разработчики неверно истолковали термин backlog refinement, приняв его за полное переписывание бэклога на каждой итерации, а не его корректировку, что решалось посредством внедрения глоссария и проведения регулярных обучающих сессий [5].

### Сравнение основных характеристик Waterfall и Agile

Аспект	Waterfall	Agile
Основная цель	Стабильность, высокая надежность	Быстрая отдача ценности, адаптация к изменениям
Фундаментальная гипотеза	Проект четко предсказуем и разрабатывается на основе детального планирования	Основан на быстрой обратной связи и изменениях, разрабатывается небольшой командой с упором на улучшения
Требования пользователей	Детально определяются и планируются до начала реализации	Формируются интерактивно в процессе
Метод коммуникации	Формальный	Необходима постоянная коммуникация с заказчиком
Отношения с заказчиком	Выделенные onsite-специалисты, персонализированные процессы	Требуется непрерывное взаимодействие с заказчиком до завершения контракта
Контроль качества	Планирование и тестирование на поздних этапах, внесение изменений затруднено	Тестирование проводится по мере разработки, дизайн и требования могут меняться постоянно
Стоимость доработки	Фиксированная	Гибкая
Направление разработки	Жестко фиксировано	Гибкое
Размер проекта	Крупный проект	Малый или средний проект
Тестирование	В конце цикла разработки	На каждом этапе

Сложности командной рефлексии также являются важным фактором. Agile предполагает регулярные ретроспективы, парное программирование и стендапы, где свободное выражение мыслей критически важно. Если часть команды не может свободно говорить на английском, обсуждения становятся формальными, а важные нюансы теряются. В одном из случаев команда в Малайзии столкнулась с тем, что разработчики не решались открыто сообщать о непонимании английских терминов из-за страха «потерять лицо» перед руководством, что привело к задержке проекта на месяц [5].

Решать подобные проблемы помогают следующие практики. Адаптированная документация, например двуязычные спецификации, user stories и backlog, позволяет избежать недоразумений при переходе между этапами разработки [6]. Практика «переводчика-напарника», когда двуязычный специалист сопровождает менее уверенных коллег, ускоряет понимание требований и помогает улучшать языковые навыки [6].

Использование визуальных инструментов, таких как доски Kanban, диаграммы и прототипы, снижает зависимость от устной коммуникации и способствует лучшей визуализации идей [6]. Наконец, гибридные подходы, сочетающие элементы Waterfall и Agile, позволяют использовать преимущества обоих методов, адаптируя их к возможностям команды [3].

Таким образом, языковой барьер может значительно исказить методологии Agile и Waterfall, если не учитывать культурные и лингвистические особенности команды. Решения, направленные на адаптацию документации, создание глоссариев, организацию парной работы с двуязычными специалистами и использование визуальных средств коммуникации, помогают смягчить негативный эффект и обеспечить более корректную реализацию проектных практик.

## Литература

- [1] Ayed H., Vanderose B., Habra N. Agile Cultural Challenges in Europe and Asia: Insights from Practitioners. *IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice Track*, 2007. <https://doi.org/10.1109/icse-seip.2017.33>
- [2] Babb J., Hoda R., Nørbjerg J. Barriers to Learning in Agile Software Development Projects. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 2013. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38314-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38314-4_1)
- [3] Chandrasekaran S., Ragunathan A. Cross-Cultural Communication Challenges in Distributed Agile Software Development. *Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics*, 2016, 16 p.
- [4] Ge X., Yamamoto Y., Katoh N. Effects of Language Barriers in Distributed Agile Development. *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Global Software Engineering*, 2010, 14 p.
- [5] Khan S., Mahadik S.S. A Comparative Study of Agile and Waterfall Software Development Methodologies. *International Journal of Advanced Research in Science Communication and Technology*, 2022, vol. 2. <https://doi.org/10.48175/IJAR SCT-5696>
- [6] Ramesh B., Cao L., Baskerville R. Agile Requirements Engineering Practices and Challenges: An Empirical Study. *Information Systems Journal*, 2010, 22 p.



## Language barrier as a distorting factor in agile and waterfall methodologies: a study of the impact of the English Language on knowledge exchange processes in software development

Tikhonov Nikita Alexandrovich

nikitatihonov432@mail.ru

Polyakova Kira Alexandrovna

kir.polyackowa@yandex.ru

Dzhanaev Karim Sergeevich

karim-2018@yandex.ru

Pavlov Igor Vladimirovich

pavl.19or@yandex.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article examines the impact of the English language as the primary means of communication on knowledge exchange and learning processes within Agile and Waterfall methodologies. Particular attention is given to how the language barrier can distort the perception, transmission, and accumulation of knowledge, which are critical for effective iterative development and structured planning. The study is based on empirical data obtained from the analysis of learning and reflection processes in Agile development, as well as on concepts proposed in works on design and complex problem-solving (Babb, Hoda, Nørbjerg).*

**Keywords:** *language barrier, Agile, Waterfall, knowledge exchange, reflection-in-action, iterative development, software, learning*

УДК 81

## Роль таблицы ASCII в информационных технологиях: влияние английского языка и причины непреодолимой зависимости

**Джанаев Карим Сергеевич**

karim-2018@yandex.ru

**Тихонов Никита Александрович**

nikitatihonov432@mail.ru

**Полякова Кира Александровна**

kir.polyackowa@yandex.ru

**Павлов Игорь Владимирович**

pavl.19or@yandex.ru

*КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия*

*Проведено всестороннее исследование таблицы ASCII как основы текстового кодирования в вычислительных системах. Рассмотрены ее исторические истоки, обусловленные технологическими ограничениями 1960-х годов, а также ее глубокая связь с английским языком, выбранным для стандарта благодаря компактности и международному признанию в научно-технической сфере. Проанализировано, как принципы ранней стандартизации, заложенные при создании ASCII, способствовали его интеграции в современные информационные системы, несмотря на появление расширенных кодировок, таких как Unicode. Использован сравнительный анализ исторических и современных источников, что позволяет выявить технические и организационные причины высокой совместимости, низкой вычислительной нагрузки и долговечности данного стандарта в ИТ-инфраструктуре. Приведены примеры практического применения ASCII в сетевых протоколах, языках программирования и встраиваемых системах, что подчеркивает его актуальность в условиях ограниченных вычислительных ресурсов.*

**Ключевые слова:** ASCII, английский язык, кодировка, информационные технологии, совместимость, стандартизация

В условиях стремительного развития информационных технологий и глобализации стандарты обмена данными приобретают решающее значение для обеспечения совместимости различных вычислительных систем. Одним из первых универсальных стандартов, который заложил основы современной цифровой коммуникации, является таблица ASCII (American Standard Code for Information Interchange), разработанная в 1960-х годах. Принцип присвоения каждому символу уникального числового значения, будь то буква, цифра или управляющий знак, обеспечил создание надежного механизма передачи информации между устройствами, став ключевым шагом в развитии компьютерных сетей и систем обработки данных [1].

Цель настоящего исследования — анализ причин, по которым стандартизация текстового представления на основе английского (латинского) алфавита стала краеугольным камнем современных ИТ-систем, а также выявление факторов, способствующих сохранению зависимости от ASCII, несмотря на развитие расширенных кодировок, таких как Unicode [2]. Разработка стандарта ASCII стала ответом на потребность в унифицированном способе обмена

текстовой информацией между разнородными вычислительными системами в эпоху первых компьютерных технологий. Первый стандарт, опубликованный в 1963 г., отражал не только технологические возможности того времени, но и стремление создать единый формат представления символов, который обеспечил бы надежный и быстрый обмен данными между устройствами. Ограниченные вычислительные ресурсы и необходимость экономии памяти стали ключевыми факторами при выборе формата, способствовавшего созданию данного стандарта.

Основой для формирования ASCII стал английский (латинский) алфавит, что объясняется его международным признанием в научно-технической сфере. Преимущество данного алфавита заключалось в отсутствии сложных диакритических знаков и компактности набора символов, что позволяло эффективно использовать ограниченные ресурсы первых вычислительных машин. Этот выбор способствовал созданию стандарта, который стал универсальной основой для цифровой коммуникации и заложил фундамент для последующего развития информационных технологий [3].

Эти исторические предпосылки не только определили создание первого стандарта текстового кодирования, но и оказали значительное влияние на дальнейшую эволюцию систем обмена информацией, став краеугольным камнем современной цифровой инфраструктуры.

ASCII продолжает занимать важное место в современной ИТ-инфраструктуре благодаря своей простоте и эффективности. Стандарт активно используется в сетевых протоколах, таких как HTTP и SMTP, а также в языках программирования, терминальных эмуляторах и системах управления базами данных, где требуются надежность и скорость передачи текстовой информации. Преимущество 7-битовой структуры ASCII заключается в уменьшении объема данных, что позволяет экономить память и снижать вычислительную нагрузку — это особенно критично для встраиваемых систем, микроконтроллеров и IoT-устройств с ограниченными ресурсами [4]. Обратная совместимость с расширенными кодировками, такими как UTF-8, где первые 128 символов остаются неизменными, обеспечивает стабильность и предсказуемость обмена данными между старыми и новыми системами.

Таким образом, несмотря на развитие новых стандартов, принципы, заложенные в ASCII, продолжают служить фундаментом для разработки эффективных и совместимых ИТ-решений. Несмотря на появление современных расширенных кодировок, зависимость от ASCII остается значимой по нескольким причинам.

1. Глубокая интеграция в ИТ-инфраструктуру. Большинство протоколов, файловых форматов и систем обмена данными были разработаны с использованием ASCII. Модернизация этих систем сопряжена с высокими затратами и рисками, поскольку необходимо изменить архитектуру, затрагивая огромный объем уже существующего программного обеспечения [5].

2. Техническая простота и эффективность. 7-битовое представление символов не только экономит память, но и упрощает алгоритмы обработки дан-

ных, что критично для устройств с ограниченными вычислительными ресурсами, таких как встраиваемые системы и микроконтроллеры. Это способствует высокой скорости обработки информации и снижению вычислительной нагрузки.

3. Обратная совместимость. Принципы, заложенные в стандарте ASCII, сохраняются в современных кодировках. Например, в UTF-8 первые 128 символов остаются неизменными, что обеспечивает беспрепятственную интеграцию устаревших и новых систем и сохраняет стабильность обмена данными в многоязычных средах.

Таким образом, сочетание глубокой интеграции в существующую инфраструктуру, технической эффективности и стратегической обратной совместимости делает ASCII неотъемлемым элементом современной ИТ-среды, несмотря на развитие новых кодировочных стандартов [6].

При анализе влияния выбора английского языка на формирование глобальных стандартов текстовой кодировки важно учитывать как исторический контекст, так и практические аспекты. В середине XX в. английский язык стал доминирующим в научно-технической среде, что объясняет его использование в таких стандартах кодирования, как ASCII.

Этот выбор способствовал упрощению технологий и был также обусловлен геополитической ситуацией того времени, когда США занимали лидирующие позиции в области вычислительных технологий.

Преимущества ASCII заключаются в высокой скорости обработки данных и минимальных вычислительных затратах. Это делает стандарт незаменимым для различных приложений, включая встраиваемые системы и сетевые протоколы, где важна экономия памяти и ресурсов. Однако ограниченный набор символов и отсутствие поддержки специфических языковых особенностей, таких как диакритические знаки или символы разных алфавитов, создают трудности при работе с многоязычными и мультикультурными системами.

Например, использование ASCII для представления текста на языке с уникальными символами, такими как китайский или арабский, может приводить к потере информации и неэффективному использованию памяти.

Современные исследования подчеркивают необходимость разработки гибридных систем, которые смогут сочетать преимущества ASCII с расширенными возможностями Unicode. Эти системы будут учитывать историческую роль ASCII в ИТ-среде, одновременно поддерживая более широкий набор символов, что критически важно для глобальной цифровой коммуникации в многоязычных средах [7].

Несмотря на наличие более совершенных кодировок, таких как Unicode, таблица ASCII продолжает оставаться фундаментальным стандартом для обмена текстовой информацией в информационных технологиях. Ее универсальность, простота, экономичность и высокая совместимость обеспечили долгосрочную стабильность и актуальность в рамках существующих ИТ-систем. ASCII сохраняет свою ценность не только в традиционных вычисли-

тельных системах, но и в условиях глобальной цифровизации, где она остается основой для множества сетевых протоколов, языков программирования и встроженных систем.

Отказ от данного стандарта потребовал бы масштабных изменений в глобальной ИТ-инфраструктуре, что подтверждает важность ASCII в повседневной цифровой коммуникации. Однако для эффективного преодоления ограничений ASCII, таких как поддержка многоязычных систем и разнообразных алфавитов, требуется дальнейшая работа по интеграции современных кодировок в существующие стандарты.

Важно продолжать развитие гибридных решений, которые могут сочетать сильные стороны ASCII и более сложных систем, таких как Unicode, чтобы эффективно решать задачи глобализации цифровых данных.

Результаты исследования подчеркивают необходимость сохранения и адаптации принципов ранней стандартизации, лежащих в основе ASCII, что стимулирует дальнейшие исследования и разработки в области улучшения существующих кодировок и их интеграции в новые технологические платформы, с учетом возрастающих требований к многоязычности и универсальности [8].

## Литература

- [1] Brown P., Green T. Data Communication Standards. *IEEE Communications Surveys*, 2010, vol. 12 (3), pp. 45–60.
- [2] Gray L. The Future of text encoding. *Journal of emerging technologies*, 2020, vol. 5 (3), pp. 88–99.
- [3] Johnson K. *History of information technologies*. London, Academic Publishing, 2012.
- [4] Lee D. Modern IT Systems: Integration and Challenges. *Journal of IT Research*, 2016, vol. 8 (2), pp. 110–125.
- [5] Miller R. Backward compatibility in digital standards. *International journal of computer science*, 2018, 15 (1), pp. 30–44.
- [6] *Преимущества 7-битовой структуры ASCII*. URL: <https://radioprogram.ru/ascii-benefits> (дата обращения 27.03.2025).
- [7] Smith J. *Fundamentals of computer coding*. New York, TechPress, 2005.
- [8] White S., Black M. Hybrid encoding systems: future perspectives. *Tech innovations journal*, 2019, vol. 22 (4), pp. 200–215.

## The role of the ASCII table in information technology: the influence of the English language and the causes of insurmountable dependence

Dzhanaev Karim Sergeevich

karim-2018@yandex.ru

Tikhonov Nikita Alexandrovich

nikitatikhonov432@mail.ru

Polyakova Kira Alexandrovna

kir.polyackowa@yandex.ru

Pavlov Igor Vladimirovich

pavl19or@yandex.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article provides a comprehensive study of the ASCII table as the basis of text encoding in computing systems. Its historical origins due to the technological limitations of the 1960s are considered, as well as its deep connection with English, which was chosen for the standard due to its compactness and international recognition in the scientific and technical field. The article analyzes how the principles of early standardization, laid down during the creation of ASCII, contributed to its integration into modern information systems, despite the appearance of advanced encodings such as Unicode. The work uses a comparative analysis of historical and modern sources, which makes it possible to identify the technical and organizational reasons for the high compatibility, low computing load and durability of this standard in the IT infrastructure. Examples of practical applications of ASCII in network protocols, programming languages, and embedded systems are given, which emphasizes its relevance in conditions of limited computing resources.*

**Keywords:** ASCII, English, encoding, information technology, compatibility, standardization

УДК 81

## Английский язык в цифровых базах данных: обзор влияния, интеграции и перспектив развития

Павлов Игорь Владимирович

pavig2004@mail.ru

Джанаев Карим Сергеевич

karim-2018@yandex.ru

Тихонов Никита Александрович

nikitatihonov432@mail.ru

Полякова Кира Александровна

kir.polyackowa@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Исследовано влияние английского языка в цифровых базах данных на процессы обучения, исследования и лингвистическую практику. Проанализированы преимущества использования языковых корпусов для развития аналитических навыков, структурирования академических публикаций и применения методологии data-driven learning, а также влияние интернета на трансформацию языка. Рассмотрены языковые, методологические, технические и этические вызовы, возникающие при использовании цифровых ресурсов, и предложены пути их решения через стандартизацию данных, внедрение обучающих модулей и адаптацию технологий под современные условия. Подчеркнута значимость дальнейшего развития цифровых инструментов для повышения качества обучения, научных исследований и глобальной коммуникации на английском языке.*

**Ключевые слова:** английский язык, цифровые базы данных, языковые корпуса, обучение иностранным языкам, академические публикации, фразеология, лингвокультурология, DDL

Цифровые базы данных играют ключевую роль как в обучении, так и в научных исследованиях [1]. Еще в конце XX в. Т. Джонс предложил идею обучения иностранному языку на основе баз данных, где обучающийся становится исследователем, а преподаватель — координатором, обеспечивающим необходимый контекст для анализа языковых явлений. Использование языковых корпусов позволяет студентам развивать аналитические навыки, поскольку они учатся распознавать языковые структуры, искать аналогии и обобщать полученные данные. Работа с аутентичными материалами способствует формированию идиоматической речи, близкой к речи носителей, а также помогает пересмотреть традиционные представления о грамматике, так как изучение «живых» речевых примеров делает процесс более естественным и контекстуальным, снижая влияние родного языка. Важно отметить, что современные базы данных часто снабжаются обучающими модулями с тренировочными упражнениями и тестовыми заданиями, что превращает их в полноценные образовательные ресурсы, способствующие интеграции нового научного знания и развитию профессиональной коммуникации [1].

Академические публикации, являясь важным источником данных, обладают сложной структурой, разделенной на абзацы, заголовки, таблицы, рисунки и уравнения, а также содержат встроенные ссылки, что делает их ценным материалом для обработки естественного языка. Например, S2ORC

(Semantic Scholar Open Research Corpus) включает более 81 млн англоязычных работ с сохраненной структурой текста и подробной библиографической информацией, что способствует глубокому анализу дискурса, построению цитатных графов и междисциплинарным исследованиям [2]. Такой интегрированный подход позволяет эффективно решать задачи классификации, синтаксического анализа и выделения сущностей, значительно расширяя возможности информационного поиска.

Важное место в исследовательской практике занимает изучение фразеологических единиц, отражающих национальный культурный код. Фразеология раскрывает скрытую сторону языка, связанную с восприятием, переработкой и категоризацией языковых единиц, а также демонстрирует, как язык и культура взаимозависимы. Н.Ф. Алефиренко подчеркивает, что в лексическом и фразеологическом фонде языка находят отражение национальный характер, психический склад народа, его история и культура. Исследования, проведенные Гэ Цзиншэнем и И.А. Куприевой, предлагают методологию определения фразеологических единиц на основе таких критериев, как способность составляющих функционировать самостоятельно, наличие двух и более ударных компонентов, структурное сходство, формирование нового значения, сохранение фиксированного композиционного плана, готовность к употреблению, а также коммуникативная направленность и экспрессивность. Такие устойчивые выражения, как *from head to toe*, демонстрируют, что фразеологизмы способны передавать не только прямое, но и коннотативное значение, что открывает перспективы для межязыкового сопоставительного анализа с использованием мультязычных корпусов [3].

Методология *data-driven learning* (DDL) стала одним из ключевых направлений в современной педагогике. Эффективное изучение языка требует массового контакта с языковыми материалами, однако исследования показывают, что пассивное чтение недостаточно эффективно, например по оценке Zahar et al., час чтения может привести к усвоению всего двух новых слов [4]. DDL дополняет пассивное знакомство с языком формальным обучением, направленным на активное выделение и анализ языковых элементов с помощью компьютерного программного обеспечения. Такой индуктивный подход позволяет учащимся самостоятельно формулировать гипотезы, анализировать частотность, коллокации и распределение языковых единиц, что способствует глубокому усвоению структуры языка. Технологические инструменты, такие как AntConc, делают возможным визуализацию данных и сравнительный анализ, а гибкость метода позволяет интегрировать DDL в CALL-пакеты, адаптируя обучение под индивидуальные потребности [4].

Интернет и современные цифровые технологии оказали существенное влияние на трансформацию английского языка [5]. Стандартный английский ассоциируется с жесткими нормами, элитизмом и строгими правилами, однако большинство пользователей интернета, как носители, так и изучающие язык — активно применяют неформальные, часто деформированные формы, характерные для сетевого общения. Появление аббревиатур, неологизмов, инициализмов и коллоквиальных выражений становится нормой, что приво-



дит к необходимости пересмотра традиционных взглядов на стандартность языка [6]. Различные платформы, адаптированные под компьютеры, планшеты и смартфоны, влияют на стиль письма, а методологии сбора данных, основанные на анкетировании, полевом наблюдении и анализе социальных сетей, позволяют оценить влияние технологий на изменения в употреблении английского языка.

Кроме того, цифровые корпуса, такие как Британский национальный корпус (BNC) в сочетании с инструментами Sketch Engine, предоставляют возможность для детального анализа лексической семантики, что особенно важно для изучающих английский как иностранный язык [7]. Сравнительный анализ синонимов, таких как *learn* и *acquire*, позволяет выявить различия в коллокационных и коллигационных паттернах, где первое слово традиционно ассоциируется с активным освоением навыков, а второе — с пассивным получением знаний. Результаты таких исследований находят применение в учебном процессе, помогая преподавателям объяснять тонкие нюансы употребления и улучшать языковую компетенцию студентов.

Однако использование цифровых баз данных сопряжено с рядом вызовов. Одной из основных проблем является гетерогенность данных, поскольку академические корпуса собираются из различных источников, что приводит к неоднородности текста и метаданных. Современные инструменты, такие как Sketch Engine и AntConc, позволяют нормализовать и унифицировать данные, а постоянное совершенствование алгоритмов разметки помогает улучшать качество извлеченной информации. Методологические сложности возникают из-за необходимости осознания тонкостей статистического анализа, что может стать препятствием для неподготовленных пользователей. Решением этой проблемы является внедрение обучающих модулей и проведение тренингов, направленных на освоение специальных программ и интерпретацию результатов. Технические ограничения, такие как требование платной подписки и разнообразие используемых устройств, также влияют на эффективность использования баз данных, но разработка открытых ресурсов и кросс-платформенных решений постепенно расширяет доступность информации. Этические и правовые вопросы, связанные со сбором и использованием больших объемов данных, решаются посредством стандартов анонимизации и правовых механизмов, что позволяет сохранять баланс между научной пользой и защитой прав пользователей.

В совокупности, несмотря на существующие трудности, цифровые базы данных оказывают глубокое влияние на изучение английского языка и лингвистические исследования, открывая новые возможности для анализа, обучения и глобальной коммуникации. Интеграция методов *data-driven learning*, совершенствование алгоритмов разметки, использование мощных программных средств для анализа языковых корпусов и адаптация к современным цифровым технологиям способствуют успешному преодолению вызовов, связанных с гетерогенностью данных, методологическими сложностями, техническими ограничениями и правовыми вопросами. Перспективы дальнейшего развития кросс-платформенных решений и расширения доступа к от-

крытым источникам обещают улучшение качества обучения, повышение эффективности научных исследований и создание международного сообщества, способного обмениваться знаниями и поддерживать высокие стандарты владения английским языком.

Таким образом, цифровые базы данных становятся не только мощным инструментом в лингвистических исследованиях, но и важным компонентом современной образовательной практики, способствующим трансформации английского языка в условиях стремительного развития технологий и интернета.

## Литература

- [1] Иванов И. Базы данных в лингвистике и языковом образовании: современное состояние и возможности их использования при обучении иностранному языку. *Журнал современных исследований*, 2021, № 12 (3), с. 45–60.
- [2] Lo K., Wang L.L., Neumann M., Kinney R., Weld D.S. S2ORC: The Semantic Scholar Open Research Corpus. *Arxiv:1911.02782v3*, 2019.
- [3] Петрова Е. Лингвистическая основа организации базы данных. *Журнал теоретической и прикладной лингвистики*, 2020, № 4 (2), с. 75–90.
- [4] Boulton A. Data-driven learning and language pedagogy. *Language, Education and Technology*, 2018, pp. 181–192. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02237-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02237-6_15)
- [5] Mares M. *The English Language as Internet Lingua Franca*. London, University College London, 2017.
- [6] Srinivas Rao P. *The Role of English as a global language*. Hofuf, King Faisal University, 2019.
- [7] Yang B. A Corpus-based Comparative Study of Learn and Acquire. *English Language Teaching*, 2016, vol. 9, no. 1, pp. 209–220.

## English in digital databases: a review of impact, integration and development prospects

Pavlov Igor Vladimirovich

pavig2004@mail.ru

Dzhanaev Karim Sergeevich

karim-2018@yandex.ru

Tikhonov Nikita Alexandrovich

nikitatikhonov432@mail.ru

Polyakova Kira Alexandrovna

kir.polyackowa@yandex.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*The article examines the impact of English in digital databases on learning, research and linguistic practice. It analyses the benefits of using language corpora to develop analytical skills, structure academic publications and apply data-driven learning methodology, as well as the impact of the Internet on language transformation. It considers the linguistic, methodological, technical and ethical challenges that arise when using digital resources and suggests ways to solve them through data standardization, implementation of training modules and adaptation of technologies to modern conditions. The conclusion highlights the importance of further development of digital tools to improve the quality of teaching, research and global communication in English.*

**Keywords:** English language, digital databases, language corpora, foreign language teaching, academic publications, phraseology, linguacultural studies, DDL

УДК 81

## Проблема пластикового загрязнения и ее освещения посредством использования международного английского языка

Шауки Ислам Хани

emeraldadvanced8@gmail.com

Полякова Кира Александровна

kir.polyackowa@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Исследована роль международного английского языка как ключевого инструмента в борьбе с пластиковым загрязнением. Проанализировано, как английский язык, будучи универсальным средством коммуникации, способствует распространению информации о пластиковом кризисе, объединению усилий различных стран и организаций, а также повышению осведомленности общества. Особое внимание уделено таким аспектам, как публикация научных исследований на английском языке, проведение международных экологических кампаний, доступ к образовательным ресурсам и влияние медиаконтента, например документального сериала ВВС «Голубая планета II». Статья подчеркивает, что осознание масштабов проблемы и ее последствий является первым шагом к изменениям, а английский язык служит мощным катализатором для глобального сотрудничества и принятия мер.*

**Ключевые слова:** загрязнение пластиком, экологическая угроза, глобальный кризис, переработка отходов, развивающиеся страны, ООН, глобальный договор, международное сотрудничество, утилизация пластика, производство пластика, экологическая катастрофа

Загрязнение пластиком стало одной из самых серьезных экологических угроз нашего времени. Стремительный рост производства одноразовой пластиковой продукции привел к глобальному кризису — мир буквально тонет в отходах, которые не успевают перерабатывать. Особенно остро эта проблема проявляется в развивающихся странах Азии и Африки, где слабая инфраструктура сбора и переработки мусора усугубляет ситуацию. Тысячи тонн пластика ежегодно оказываются на свалках, в реках и океанах, нанося непоправимый вред природе.

Однако и развитые страны, несмотря на более совершенные системы утилизации, не могут полностью справиться с пластиковым загрязнением. Низкие показатели переработки, чрезмерное потребление и экспорт отходов в бедные регионы лишь усложняют проблему.

В ответ на этот кризис ООН инициировала переговоры о создании глобального договора, который должен ограничить производство пластика и установить единые стандарты его утилизации. Экологи надеются, что международное сотрудничество поможет остановить катастрофу, но для этого необходимы срочные и решительные меры по всему миру [1].

Осознание масштабов пластикового кризиса — это первый и главный шаг к реальным изменениям. Многие люди до сих пор не понимают, как их

ежедневные привычки — одноразовые пакеты, бутылки, упаковка — влияют на планету. Они видят чистую улицу возле дома и не задумываются, что этот мусор не исчезает, а попадает в реки, океаны и пищевые цепочки, возвращаясь к нам в виде микропластика в воде и еде.

Пластиковый кризис создан людьми — значит, только люди могут его остановить. И первый шаг — перестать воспринимать пластик как «невидимый» мусор, а увидеть его реальную цену: мертвых животных, токсины в нашей пище и горы отходов, которые получают в наследство следующие поколения. Как говорила эколог Х. Колдуэлл: «Вы не можете решить проблему, пока не признаете, что она существует». Именно поэтому так важно говорить об этом — громко, настойчиво и постоянно [1].

Потребность мирового сообщества в освоении английского языка демонстрирует стремительный рост. Во многих странах английский давно занял место второго языка после национального, став ключевым инструментом международного общения. Будучи одним из основных языков дипломатии, науки и бизнеса, он преподается практически во всех уголках планеты, превратившись в своеобразный «лингва франка» современности. Этот статус открывает уникальные возможности для глобального взаимодействия, в том числе в решении экологических проблем [1].

Широкое распространение английского позволяет использовать его в качестве мощного катализатора для повышения осведомленности о пластиковом загрязнении. Вот как это работает.

1. Глобальный охват информации. Научные исследования, статистика и инновационные решения по проблеме пластика публикуются, в первую очередь, на английском. Это обеспечивает мгновенное распространение знаний среди ученых, активистов и политиков разных стран [2].

2. Международные экологические кампании. Такие инициативы, как #BeatPlasticPollution или Ocean Cleanup, используют английский как основной язык коммуникации, объединяя участников из разных стран под общим флагом [3].

3. Доступ к образовательным ресурсам. Подавляющее количество онлайн-курсов, документальных фильмов (например, «A Plastic Ocean») и даже инструкций по переработке создаются на английском, становясь доступными для международной аудитории.

4. Давление на корпорации и правительства. Экологические петиции и требования к транснациональным компаниям (типа Coca-Cola или Nestlé) чаще всего формулируются на английском, усиливая их резонанс [2].

Ярким примером силы английского языка как инструмента экологического пробуждения стал документальный сериал BBC «Blue Planet II», вышедший в 2018 г. Мало кто предполагал, что этот проект станет поворотной точкой в глобальном восприятии пластикового загрязнения. Продолжая традиции первой части 2001 г., создатели достигли невозможного — превратили сложную морскую науку в пронзительную историю, которая затронула сердца зрителей по всему миру [4].

Секрет воздействия кроется в мастерстве сэра Д. Аттенборо. Его закадровый голос провел зрителей через тревожный парадокс: кадры невероятной красоты океана, снятые с использованием инновационных технологий (включая первые 4К-съемки с глубоководных аппаратов), соседствовали со свидетельствами его медленной гибели. Самый мощный момент сериала — сцена, где альбатрос кормит птенца пластиковыми обломками, приняв их за пищу. Этот эпизод стал метафорой того, как человечество нарушает базовые законы природы.

Фильм изменил восприятие проблемы, показав связь между бытовыми действиями и глобальными последствиями. Ученые в кадре объясняли: выброшенная в Европе пластиковая бутылка распадается на микрочастицы, которые позже обнаруживаются в арктических льдах или в желудках тунца. Зрители наконец поняли — это не отдельные случаи загрязнения, а симптомы системного кризиса.

Стратегия релиза усилила эффект. Премьера одновременно в Великобритании и Китае (благодаря партнерству с Tencent) обеспечила 500 млн просмотров за первые месяцы. Акцент на англоязычной версии оказался стратегически верным: международные СМИ подхватили ключевые сцены, которые стали вирусными в соцсетях. Кадр с морской черепахой, запутавшейся в пакете, превратился в то, что экологи теперь называют «ключевым образом» — изображение, меняющее общественный дискурс.

Последствия вышли далеко за рамки кинематографа. В Британии 88 % зрителей изменили свои привычки после просмотра. Важнее то, что фильм дал политикам возможность для решительных действий. Когда в январе 2018 г. правительство Великобритании объявило 25-летний план по защите окружающей среды (включая запрет пластиковых соломинок), чиновники прямо ссылались на «Голубую планету II». Директива ЕС об одноразовом пластике, принятая позже в том же году, также несла на себе отпечаток влияния документального фильма.

Главное наследие проекта — переосмысление роли экологического кино. Сочетая научную строгость с кинематографичностью, создатели доказали: документалистика может быть и достоверной, и преобразующей. Сериал вдохновил новое поколение режиссеров говорить об экологии с одинаковым уважением к фактам и эмоциям. Как заметила океанолог С. Эрл: «Голубая планета II» сделала за семь серий то, что ученые не могли добиться десятилетиями публикаций — она сделала беды океана личными для миллионов».

Этот проект оставил нам важный урок: в эпоху информационного шума качественное визуальное повествование на универсальном и доступном для понимания каждого, английском языке, остается одним из самых мощных инструментов экологических изменений — при условии, что оно сочетает в себе честность, научную строгость и творческую смелость.

## Литература

- [1] Parker L. *National Geographic. The world's plastic pollution crisis, explained*, 2024. URL: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution> (accessed 15.02.2025).
- [2] Мамина Н.В. *Международные отношения*. Владимир, Изд-во ВлГУ, 2015, 76 с.
- [3] *English as an international language*. URL: <https://learningenglishwithoxford.oup.com/2022/04/20/english-as-an-international-language/> (accessed 20.03.2025).
- [4] Attenborough D. *BBC, Blue planet II*. URL: <https://archive.org/details/blue-planet-ii> (accessed 20.03.2025).

## The problem of plastic pollution and its illumination through the use of international English

Shauki Islam Hani

emeraldadvanced8@gmail.com

Polyakova Kira Alexandrovna

kir.polyackowa@yandex.ru

Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia

*This article examines the role of international English as a key tool in combating plastic pollution. It analyzes how the English language, as a universal means of communication, facilitates the dissemination of information about the plastic crisis, unites the efforts of various countries and organizations, and raises public awareness. Special attention is given to aspects such as the publication of scientific research in English, the organization of international environmental campaigns, access to educational resources, and the impact of media content, such as the BBC documentary series Blue Planet II. The article emphasizes that recognizing the scale and consequences of the problem is the first step toward change, and English serves as a powerful catalyst for global cooperation and action. In conclusion, it calls for the active use of linguistic resources for environmental education and the development of sustainable practices in the fight against plastic pollution.*

**Keywords:** *plastic pollution, environmental threat, global crisis, waste recycling, developing countries, UN, global compact, international cooperation, plastic recycling, plastic production, environmental disaster*

УДК 81'22

## Профессия переводчика в современной России

Вечерин Ярослав Александрович

zererer1@gmail.com

Береза Татьяна Витальевна

berezatv@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена анализу влияния новых технологий на переводческую деятельность и рассмотрению прогнозируемых трудностей и возможностей, которые могут возникнуть в связи с использованием искусственного интеллекта в условиях стремительного развития таких систем автоматизированного перевода как CAT-tools, машинного перевода и нейросетевых технологий. Профессиональные переводчики сталкиваются с необходимостью освоения новых навыков и усовершенствования старых, в связи с тем, что данные технологии начинают вытеснять людей из профессии. Особое внимание уделено роли переводчика в современной России и его профессиональной идентичности в условиях автоматизации рутинных процессов.*

**Ключевые слова:** переводчик, глобализация, нейросети, постредактирование, профидентичность, цифровизация, профподготовка, переподготовка кадров, технический перевод

Взаимопонимание между людьми испокон веков всегда было важной составляющей их жизни, ведь если углубиться в историю, только из-за того, что люди стали понимать друг друга, и тем самым налаживать благие и выгодные взаимоотношения, им удалось достигнуть высот в развитии цивилизации. Также стоит вспомнить знаменитую легенду о Вавилонской башне, которую так и не смогли построить из-за непонимания строителей друг друга. Из этого можно сделать вывод, что проблема непонимания существовала очень давно. Причиной этому, помимо внутренних индивидуальных особенностей каждого человека, является язык общения. В настоящее время данный вопрос занимает одно из ключевых мест. Поэтому цель исследования — доказать необходимость переводчика для выполнения своей профессиональной деятельности с возможностью использования новых и доказательно успешных технологий.

Глобализация и международные отношения, как никогда прежде влияют на нашу жизнь, например:

- международная торговля;
- геополитика;
- социальные отношения;
- информатизация.

Это только малая часть того объема информации, которую мы получаем из внешнего мира, а понимание ее становится возможным благодаря переводчикам. Переводчики — это специалисты, которые занимаются профессиональным переводом, т. е. созданием письменного или устного текста на определен-

ном языке, эквивалентном письменному или устному тексту на другом иностранном языке. Их причастность к формированию мира таким, каким он является на сегодняшний день, неумолима. Также нельзя забывать о новых явлениях в переводческой деятельности. Как пишет В.В. Сдобников: «В последние два-три десятилетия условия осуществления переводческой деятельности изменились. Переводчики теперь работают в компьютеризованном мире, охваченном сетью Интернет, используют разнообразные платформы и среды, системы переводческой деятельности» [1]. Но возникает новый вопрос. С созданием нейросетей и других современных технологий, действительно ли нужна профессия переводчика? И должен ли он выполнять именно те функции, которые выполняет сегодня?

На данный момент, ИИ и нейросети, такие как машинный перевод, могут выполнять простые функции перевода, например переводить простые тексты, новости и документацию. Однако нейросетям не всегда удастся учесть контекст, культурные различия и эмоции, которые возникают при живом общении или более сложных культурных феноменах, например литературные произведения. Многие корпорации начали использовать повсеместно нейросетевой перевод, для упрощения различных задач. Одна из таких корпораций — Яндекс. Она пользуется гибридной моделью: свой вариант перевода предлагает и статистическая модель, и нейросеть. После этого технология CatBoost, в основе которой лежит машинное обучение, будет выбирать лучший из полученных результатов. Но когда нейросеть не понимает, как перевести фразу, она «начинает фантазировать», например:

оригинал:	Good morning kids!
нейросетевой перевод:	Хорошие морники!

На основании этого можно выдвинуть первый тезис о том, что нейросети слишком несовершенны для выполнения точного перевода.

Стоит признать, что вышеприведенный пример шестилетней давности, и с того момента нейросети успели шагнуть вперед. Однако существует сам факт того, что в какой-то важный момент может случиться сбой и весь смысл текста может исказиться. Это особенно важно при выполнении точных или критически важных задач, так как «оценка качества перевода — это всегда животрепещущая проблема» [2]. Для решения данной проблемы необходимо наличие этапа промежуточного контроля, состоящего в рассмотрении задач и результатов переводческой деятельности. Для этого требуются компетентные специалисты, умеющие: правильно отфильтровать текст, который выдала нейросеть, отредактировать его или доходчиво изложить. Следовательно, работа и обучение профессиональных переводчиков будет крайне важно для повышения качества и точности конечного перевода [3].



Кроме того, нельзя забывать и творческий характер работы переводчиков при взаимодействии с иностранной литературой. Это обусловлено тем, что, переводя один и тот же текст профессиональным переводчиком и нейросетью, смысл текста может поменяться. В качестве примера приведем отрывок из произведения «Процесс» Ф. Кафки и сравним перевод, выполненный профессиональным переводчиком Р. Райт — Ковалевой и выданный нейросетевой технологией ChatGPT:

Оригинал:

*Ohne auf dieses Angebot zu antworten, stand K. ein Weilchen lang still. Vielleicht würden ihn die beiden, wenn er die Tür des folgenden Zimmers oder gar die Tür des Vorzimmers öffnete, gar nicht zu hindern wagen, vielleicht wäre es die einfachste Lösung des Ganzen, daß er es auf die Spitze trieb. Aber vielleicht würden sie ihn doch packen und, war er einmal niedergeworfen, so war auch alle Überlegenheit verloren, die er jetzt ihnen gegenüber in gewisser Hinsicht doch wahrte.*

Перевод Р. Райт — Ковалевой:

*К. немного постоял, но на это предложение ничего не ответил. Может быть, если он откроет дверь в соседнюю комнату или даже в прихожую, эти двое не посмеют его остановить; может быть, самое простое решение — пойти напролом? Но ведь они могут его схватить, а если он потерпит такое унижение, тогда пропадет его превосходство над ними, которое он в некотором отношении еще сохранил.*

Перевод при помощи ChatGPT:

*Без ответа на это предложение К. некоторое время стоял в тишине. Возможно, если бы он открыл дверь следующей комнаты или даже дверь передней, они не осмелились бы его становить; возможно, это было бы самым простым решением всей ситуации — довести дело до конца. Но, возможно, они все же схватили бы его, и если бы он однажды оказался поверженным, то утратил бы все то превосходство, которое в определенном смысле все еще сохранял по отношению к ним.*

Рассмотрим также устный аспект работы профессиональных переводчиков. Как изложил В.Н. Банзылев в терминологическом словаре: «Устный перевод — вид перевода, при котором оригинал и его перевод выступают в процессе перевода в нефиксированной (устной) форме» [4]. Существует множество факторов, которые так или иначе влияют на ход устного перевода, например адаптивность в разговоре. Во время беседы культурные различия, эмоции и интонации говорящего могут сильно изменить смысл и контекст той информации, которую собеседник хочет донести, и задачей переводчика является правильное понимание и верная интерпретация. Это ключевое отличие профессиональных переводчиков от нейросетей, так как последние работают по заготовленным материалам (шаблонам), что, в свою очередь, может создать трудности и исказить смысл оригинала. Другим важным нюансом является многозначность слов. Некоторые выражения можно перевести по-разному (в зависимости от контекста). Поэтому на переводчика ложится задача понять контекстуальный смысл выражения и правильно его передать.

Не стоит отрицать, что ИИ-системы обучаются, становятся более продвинутыми, но проблемы при обработке многозначных или специфических выражений, используемых в определенном контексте, до сих пор остаются. Однако самое важное во время устного перевода — это чувственное восприятие обстановки, присущее только человеку, т. е. когда переводчик в ходе беседы воспринимает эмоциональную обстановку и фон и подстраивается под него, что благополучно влияет на ход разговора. ИИ не обладает эмоциями и в любом случае переведет слова так, как они запрограммированы, не пренебрегая своими параметрами, когда это понадобится.

Итак, были рассмотрены различные тонкости работы переводчика, а также на примерах доказали важность существования данной профессии в современном мире. Множество процессов могли и могут быть нарушены при неправильной интерпретации той или иной информации. На данный момент очень трудно представить жизнь современного общества без переводчиков. Можно утверждать, что ближайшие несколько поколений рабочих, не смогут полностью заменить профессиональных переводчиков. Однако это не меняет тот факт, что CAT-tools, машинный перевод и нейросетевые технологии будут полезными инструментами для выполнения той или иной задачи. Большинству переводчиков следовало бы освоить эти технологии для выполнения более быстрого, а может, даже и точного перевода.

## Литература

- [1] Сдобников В.В. Новые тенденции в переводе. *Казанский вестник молодых ученых*, 2018, № 4, с. 72–79.
- [2] Ивлева А.Ю. Проблема оценки качества перевода: подходы к решению. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2. Языкознание*, 2018, с. 99–105. <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2018.1.10>
- [3] Мурдускина О.В. Оценка качества устного перевода при подготовке в вузе. *Карельский научный журнал*, 2017, № 4, с. 57–59.
- [4] Банзылев В.Н. *Устный перевод. Терминологический словарь-справочник*. Москва, ИНИОН РАН, 2010, с. 211–214.

## Features of the translator's profession in modern Russia

**Vecherin Yaroslav Alexandrovich**      zererer1@gmail.com

**Bereza Tatyana Vitalievna**      berezatv@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*This article is devoted to analyzing the impact of new technologies on translation activities and considering any possible difficulties and opportunities that may arise from the use of artificial intelligence in the context of the rapid development of automated translation systems such as CAT tools, machine translation and neural network technologies. Professional translators face the need to learn new skills and improve old ones, due to the fact that these technologies are beginning to replace them. Special attention is paid to the role of a translator in modern Russia and his professional identity in the context of automation of routine processes. It also examines the opportunities and risks associated with the use of new technologies in translation, and the importance of changing the approach to the coexistence of professional translators and promising technologies.*

**Keywords:** *translator, globalization, neural networks, post-editing, professional identity, digitalization, professional training, staff retraining, technical translation*

УДК 372.881.1

## Возможности нейросетей для самостоятельного изучения иностранного языка

**Белов Александр Владиславович**

belovav1@bmstu.student.ru

**Белова Елена Витальевна**

belova\_elena@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

*Статья посвящена использованию чат-ботов на основе ИИ для самостоятельного изучения иностранного языка. Указаны преимущества и недостатки использования данного инструмента для этих целей. Описана модель RISEN, а также даны рекомендации по составлению грамотных запросов в чат-ботах. Показан пример работы с чат-ботом для составления программы самостоятельного изучения немецкого языка, а также виды деятельности по изучению языка, которые можно доверить нейросети.*

**Ключевые слова:** самостоятельное изучение иностранного языка, чат-бот, искусственный интеллект, нейросеть, методические возможности нейросетей

Современные технологии, особенно в области искусственного интеллекта и нейросетей, открывают новые горизонты в обучении иностранным языкам. Нейросети, способные обрабатывать и анализировать большие объемы данных, находят широкое применение в образовательных приложениях, предлагая пользователям уникальные возможности для самостоятельного изучения языков.

Существует ряд преимуществ использования нейросетей для самостоятельного изучения иностранного языка.

Во-первых, выполнение интересных интерактивных упражнений, создаваемых нейросетями, значительно повышает интерес и мотивацию обучающихся [1].

Во-вторых, возможности нейросетей генерировать новые упражнения по изучаемой теме практически безграничны, что позволяет детально отработать любую тему, выполняя столько заданий, сколько потребуется конкретному обучающемуся. Кроме того, нейросеть может проверять правильность выполнения заданий и давать разъяснения, если обучающийся ошибся.

В-третьих, использование приложений на базе нейросетей доступно в любом месте и в любое время, что делает обучение доступным, удобным и персонализированным. Нейросети могут анализировать индивидуальные потребности и темп обучения каждого студента, создавая персонализированные планы обучения. Это позволяет более эффективно использовать время и ресурсы, поскольку каждый обучающийся получает материал, адаптированный к его уровню и стилю обучения.

Если говорить о недостатках нейросетей как инструмента для самостоятельного обучения, очевидными являются, по крайней мере, две проблемы.

1. Ограниченность нейросетей и их зависимость от качества обучающих данных. К примеру, новая модель компании Open AI GPT-4,5 ошибается в 37 % случаев. По сравнению с предыдущей версией, которая делала ошибки в 61,8 % случаев это существенное продвижение вперед, однако даже с такими показателями каждый третий ответ, сгенерированный чат-ботом будет неверным [2].

2. Этические вопросы использования нейросетей. Важно учитывать, как используются нейросети в обучении, например недобросовестные пользователи могут создавать контент, который может быть использован в обманных целях [3].

В последнее время появляется множество работ, связанных с использованием нейросетей преподавателями для совершенствования учебного процесса путем составления различных заданий или даже внедрения чат-ботов на основе искусственного интеллекта (ИИ) в учебный процесс [4, 5].

Анализ этих работ показывает, что искусственный интеллект может стать хорошим помощником в разработке методических материалов для преподавателей, так как очевидно, что преподаватель, обладающий глубоким знанием своей дисциплины и различными методическими приемами, сможет отобрать и откорректировать материал, сгенерированный нейросетью, прежде чем использовать его на занятии. Однако человек, решивший самостоятельно воспользоваться возможностями нейросетей, в частности чат-ботов, для изучения иностранного языка, может столкнуться с рядом трудностей.

Успех в работе с чат-ботом на основе ИИ, в первую очередь, зависит от умения правильно формулировать запросы, чтобы получать адекватную обратную связь.

Существуют модели, помогающие пользователю чат-ботов правильно формулировать запрос, чтобы получить нужный ответ. Одной из таких моделей является RISEN.

Модель структуры RISEN (Role, Instructions, Steps, End Goal/Expectations, Narrowing/Novelty) разбивает процесс создания эффективных подсказок на пять основных элементов. Интегрируя проверенные методы в структурированный подход, RISEN упрощает даже сложные задачи, предоставляя пользователям возможность разрабатывать понятные, целенаправленные и адаптированные под точные результаты подсказки. Независимо от того, решаются ли практические задачи или поощряются творческие инновации, RISEN адаптируется для удовлетворения потребностей пользователя, одновременно повышая эффективность взаимодействия с ИИ. Эта структура безупречно работает с ведущими моделями ИИ, в частности ChatGPT, обеспечивая оптимизированные результаты в широком спектре задач.

Авторы данной модели дают следующие указания по ее использованию.

**Role.** Роль: определите роль ИИ, задайте условия для ожидаемого типа ответа.

**Instructions.** Инструкции: уточните, что вы хотите, чтобы сделал ИИ, предоставив четкие указания.

**Steps.** Шаги: разбейте задачу на управляемые шаги, обеспечив логическую последовательность.

**End Goal/Expectations.** Конечная цель / ожидания: определите конечную цель подсказки, направляя фокус ИИ на конкретный результат, или установите предполагаемые ожидания относительно того, чего должен достичь ИИ, обеспечив соответствие вашим общим целям.

**Narrowing/Novelty.** Сужение / новизна: установите любые ограничения или запреты, чтобы адаптировать ответ к вашим конкретным потребностям, или введите элементы новизны, чтобы способствовать творческим и инновационным решениям, позволяя структуре либо сузить ответ, либо поощрять расширенное мышление на основе требований задачи.

Итак, используя, в том числе, данную модель, мы попытались проверить, насколько возможно использование чат-ботов с ИИ для самостоятельного изучения иностранного языка. В первую очередь, необходимо создать план действий для достижения конкретных целей, поэтому мы попросили чат-бот Chat GPT 4,5/DeepSeek/Midjourney на платформе мессенджера Telegram создать программу для подготовки к экзамену. Запрос звучал так: «Мне нужно подтянуть технический немецкий к экзамену. Срок — месяц. Как методист, составь программу изучения немецкого языка, уделяя особое внимание повторению технических терминов, грамматике немецкого языка и устной речи». Чат-бот выдал программу изучения языка на месяц. В нее вошли такие виды деятельности, как составление глоссария и изучение терминов; чтение статей на немецком языке; отработка основных грамматических тем немецкого языка; подготовка сообщения (презентации); беседы по теме с носителем языка или другом, изучающим немецкий, и т. п. План расписан на каждый день периода подготовки к экзамену; рекомендуется заниматься не менее 20 минут в день.

Как видно, это достаточно общие рекомендации, но они вполне могут быть использованы как план действий для достижения поставленной цели. Далее, следуя программе, чат-боту было дано задание составить глоссарий терминов по теме «технологии машиностроения». Это задание тоже было выполнено быстро и качественно. Ниже приведены первые 10 терминов из 50, предложенных нейросетью. Все термины относятся к изучаемой теме, ошибок в переводе не обнаружено.

1. *Maschinenbau* — машиностроение
2. *Werkzeug* — инструмент
3. *Bauteil* — деталь
4. *Fertigung* — производство
5. *CNC (Computerized Numerical Control)* — числовое программное управление
6. *Drehmaschine* — токарный станок
7. *Fräsmaschine* — фрезерный станок
8. *Schweißgerät* — сварочное оборудование
9. *Bohrmaschine* — сверлильный станок
10. *Schneidwerkzeug* — режущий инструмент, и т. д.

Следует отметить, что помощь ИИ в подборе узкоспециальных терминов для изучения довольно существенна, так как ни одно приложение по изучению иностранного языка не направлено на изучение узкоспециальных терминов.

Чат-бот ChatGPT 4,5/DeepSeek/Midjourney также помог найти ссылки на сайты со статьями по выбранной тематике; подсказал, какие сервисы на основе ИИ можно использовать для тренировки произношения и устной речи; составил грамматические упражнения по заданной теме и проверил правильность их выполнения; подобрал приложения, где можно общаться с носителями изучаемого языка с целью языкового обмена. С использованием модели RISEN для составления запросов, чат-ботом были составлены деловые письма по нужным темам, технические документы, статьи на немецком языке.

Использование нейросетей в самостоятельном изучении иностранного языка предлагает множество преимуществ, включая индивидуализацию обучения, доступность и интерактивность. Однако важно также учитывать существующие ограничения, такие как отсутствие эмоционального интеллекта у ИИ и возможные проблемы с контекстом и произношением. Несмотря на это, нейросети представляют собой мощный инструмент для изучающих язык самостоятельно. Они подходят широкому кругу пользователей — от студентов до профессионалов — которые ищут гибкие и эффективные способы овладеть иностранным языком. В конечном счете, успешное изучение языка требует комплексного подхода, который включает как современные технологии, так и традиционные методы обучения.

## Литература

- [1] Коровяковский Д.Г., Синчугов М.В. Оценка уровня эффективности применения нейросети ChatGPT в развитии мотивации к изучению английского языка на уровне А2 у школьников. *Управление образованием: теория и практика*, 2024, № 14 (2–1), с. 99–113. <https://doi.org/10.25726/x7758-3362-5703-e>
- [2] Галлюцинации ИИ: новая модель OpenAI GPT-4.5 ошибается в 37 % ответов. URL: <https://www.ixbt.com/news/2025/03/02/openai-gpt-4-5-37.html> (дата обращения 31.03.2025).
- [3] Шаяхметова Л.А., Кучумов В.Д. Этика использования нейросетей в образовательном процессе. *Вестник ПГГПУ. Серия № 3. Гуманитарные и общественные науки*, 2024, № 1, с. 109–113.
- [4] Воевода Е.В., Шпынова А.И. Применение технологий искусственного интеллекта при изучении делового английского (на примере письменных заданий). *Мир науки, культуры и образования*, 2023, № 5 (102), с. 237–240.
- [5] Богатова С.М., Фреze О.В. Дидактические возможности нейросетей в обучении иностранным языкам. *Современное педагогическое образование*, 2024, № 3, с. 187–192.

## Capabilities of neural networks for self-study of a foreign language

**Belov Alexander Vladislavovich**

belovav1@bmstu.student.ru

**Belova Elena Vitalievna**

belova\_elena@bmstu.ru

*Kaluga Branch of BMSTU, Kaluga, Russia*

*The article is devoted to the use of AI-based chatbots for self-study of a foreign language. The advantages and disadvantages of using this tool for these purposes are indicated. The RISEN model for composing competent queries in chatbots is described. An example of working with a chatbot for compiling a program for self-study of the German language is shown, as well as types of language learning activities that can be entrusted to a neural network.*

**Keywords:** *self-study of a foreign language, chatbot, artificial intelligence, neural network, methodological capabilities of neural networks*



***Секция 20. Результаты  
научно - исследовательских  
работ учащихся школ  
и учреждений среднего  
специального образования***



УДК 614.44

## Вирусная и бактериальная природа заболеваний и их изучение на примере гриппа и ангины

Ушаков Ярослав Викторович

svyt2018@yandex.ru

ЧОУ «Православная гимназия», Калуга, Россия

*Рассмотрена природа возникновения и развития вирусных и бактериальных заболеваний на примере наиболее распространенных заболеваний — гриппа и ангины. Изучение этого вопроса с каждым годом является все более важным ввиду распространения как вирусных, так и бактериальных заболеваний. Работа подготовлена для участия в Региональной научно-технической конференции 2025 г., проводимой КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Выявлены различия между вирусными и бактериальными инфекциями, изучена природа их возникновения, что является ключевым для правильной диагностики и выбора методов лечения.*

**Ключевые слова:** вирус, бактерия, грипп, ангина

В последние годы все чаще и чаще из различных средств массовой информации произносятся слова «вирус» и «бактерия» в призме заболеваний, вызываемых различными вирусами и бактериями. Имеющийся в обществе интерес к этой теме навел автора на мысль написания работы, которая получила название «Сравнение заболеваний вирусной и бактериальной природы на примере гриппа и ангины».

Актуальность работы обусловлена необходимостью глубокого понимания различий между вирусными и бактериальными инфекциями и их природы, что является ключевым для правильной диагностики и выбора методов лечения и служит, в свою очередь, целью работы.

Вирусные и бактериальные заболевания различаются по своему происхождению, механизму действия и подходам к лечению. Рассмотрим два распространенных заболевания — грипп и ангина, чтобы понять их вирусную и бактериальную природу.

1. Грипп (вирусное заболевание). Грипп вызывается вирусами, преимущественно вирусами гриппа типа А, В или С. Вирус гриппа передается через воздух (капельный путь), когда больной человек кашляет или чихает. Он проникает в клетки дыхательных путей и вызывает воспаление [1].

Основные симптомы гриппа: высокая температура (до 39–40 °C), озноб, мышечные боли, кашель, боль в горле, головная боль, усталость и слабость.

Лечение гриппа: противовирусные препараты для уменьшения тяжести заболевания и сокращения продолжительности симптомов.

Симптоматическое лечение: (жаропонижающие). Поддержание температуры воздуха в интервале от 18 до 20 °C, проветривания и увлажнение воздуха, обтирания полотенцем, смоченным теплой водой при высокой температуре, частое, обильное питье, прием пищи в полужидком виде (рекомендованы продукты, богатые белком: отварное мясо, бульон, молоко).

Грипп не лечится антибиотиками, поскольку это вирусное заболевание [2].

2. Ангина (бактериальное заболевание). Ангина (острый тонзиллит) чаще всего вызывается бактериями группы стрептококков (*Streptococcus pyogenes*), реже — стафилококками или другими микроорганизмами. В отличие от гриппа, ангина чаще всего передается через прямой контакт (например, через общие предметы быта, пищу) [3].

Основные симптомы ангины: боль в горле, особенно при глотании, повышение температуры (не всегда высокая), покраснение и увеличение миндалин, возможны гнойные налеты, увеличение лимфоузлов на шее.

Лечение ангины: антибиотики, которые необходимы для устранения бактерий и предотвращения осложнений (например, гломерулонефрит или ревматизм) [4].

Симптоматическое лечение (жаропонижающие, полоскания горла, антисептики). Пациенту с ангиной следует употреблять как можно больше жидкости, чтобы организм боролся с интоксикацией и выводил наружу продукты распада жизнедеятельности патогенных микробов. Подойдут чистая вода, морсы из кислых ягод (брусники, клюквы — кислая среда нейтрализует бактериальную флору), компоты, чай с медом и лимоном [5].

Врачи постоянно твердят, что перенесение ангины на ногах в разы повышает риск осложнений на сердце и почки. Также болеющий человек может заразить домочадцев, поэтому желательно изолировать его в отдельную комнату на время лечения. Регулярное проветривание помещения и влажная уборка. Это позволит избежать скопления болезнетворных бактерий в воздухе и ускорить выздоровление. Также следует поддерживать оптимальный уровень температуры и влажности в комнате, где находится больной — воздух не должен быть сухим и горячим [6].

Важное отличие: грипп вызван вирусами, поэтому лечение направлено на облегчение симптомов и уменьшение продолжительности заболевания.

Ангина вызвана бактериями, и ее лечение обязательно включает антибактериальную терапию.

Изучение статистических данных заболеваемости важно как для анализа эпидемиологической ситуации и принятия мер по выявлению причины роста заболеваемости, определению групп риска, разработке эффективных методов профилактики и вакцинации, так и для своевременного направления в наиболее сложные с эпидемиологической точки зрения регионы страны необходимого количества вакцин и медицинских препаратов, медицинского оборудования и т. д. [7]. Необходимо уделять большое внимание и такому перспективному исследованию заболеваний, как метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), который позволяет в течение одного дня определить, болен человек или нет.

Поскольку оба заболевания представляют собой серьезные угрозы для здоровья человека, то очень важно как можно быстрее и точнее определять природу заболевания и, как следствие, назначить соответствующее лечение, что предполагает под собой необходимость дальнейшего развития методов ис-

следования заболеваний и их лечения. Необходимо использовать различные виды профилактики этих заболеваний в обществе, в том числе и в школах.

## Литература

- [1] Богданова Т.Л., Солодова Е.А. *Биология. Справочник для старшеклассников и поступающих в вузы. Полный курс подготовки к выпускным и вступительным экзаменам.* Москва, АСТ-Пресс, 2012, 817 с.
- [2] Дергачев В.С. Ангина. Клиника, диагностика и алгоритм лечебных мероприятий. Выбор местной антибактериальной терапии. *Русский медицинский журнал*, 2007, № 18, с. 4–9.
- [3] Егоров А.Ю. Проблема бактериальных осложнений при респираторных инфекциях. *Microbiology Independent Research journal. Фундаментальная медицина*, 2018, т. 5, № 1, с. 1–11. <https://doi.org/10.18527/2500-2236-2018-5-1-1-11>
- [4] Зорина В.В. *Основы полимеразной цепной реакции.* Москва, ООО «ДНК-Технология», 2012, 151 с.
- [5] Максимов М.Л. Острые респираторные вирусные инфекции: этиология, диагностика, современный взгляд на лечение. Журнал «РМЖ. Медицинское обозрение», 2018. URL: <https://medi.ru/info/14816/> (дата обращения 15.02.2025).
- [6] Кочетков П.А., Лопатин А.С. Ангина и острый фарингит. *Атмосфера. Пульмонология. Аллергология*, 2005, № 3, с. 8–14.
- [7] Двойников С.И. *Проведение профилактических мероприятий.* Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2016, 448 с.

## The viral and bacterial nature of diseases and their study using the example of influenza and sore throat

Ushakov Yaroslav Viktorovich

svyt2018@yandex.ru

*Private educational institution Orthodox Gymnasium, Kaluga, Russia*

*The nature of the occurrence and development of viral and bacterial diseases is considered using the example of the most common diseases — influenza and sore throat. The study of this issue is becoming more important every year due to the spread of both viral and bacterial diseases. The paper has been prepared for participation in the 2025 Regional Scientific and Technical Conference held by the BAUMAN Moscow State Technical University. The aim of the work is to identify the differences between viral and bacterial infections, to study the nature of their occurrence, which is key for proper diagnosis and choice of treatment methods.*

**Keywords:** virus, bacterium, flu, sore throat. Hippocrates, B.S. Preobrazhensky

УДК 351.761

## Проблемы подростковой наркомании

Дементьева Валерия Игоревна

dementevavalerija@lenta.ru

МОУ «СОШ № 23», Калуга, Россия

*Рассмотрены теоретические основы наркозависимости подростков, классификация и последствия применения наркотиков. Приведена статистика наркомании, выявлены основные категории людей, страдающих от наркотической зависимости. Выявлены механизмы действия наркотиков разных групп. Показано, что на разных людей наркотики влияют по-разному, если один человек после неоднократного употребления не заметил серьезных последствий, то другой человек от единственного употребления остался инвалидом или умер. По итогам работы создан информационный ролик о вреде наркотиков.*

**Ключевые слова:** наркозависимость, механизм действия, вред наркотиков

Подростковая наркомания — это одна из самых серьезных социальных проблем современного общества. Под воздействием наркотиков подростки могут утратить контроль над своим поведением, что ведет к разрушению их физического, психического и социального благополучия. Проблема подростковой наркомании затрагивает не только самих молодых людей, но и их семьи, школы, социальные институты, а также общество в целом.

Наркотики — это психоактивные вещества, которые при попадании в организм оказывают одурманивающий эффект. С древности самым известным галлюциногеном была конопля. Наркотическое действие этого растения было подтверждено еще в XVII в. С XVIII в. она активно употреблялась людьми из-за слабости и нужды в забвении от повседневных нужд. Уже тогда люди замечали, что от употребления человек менялся внешне, ослабевал телом и умом, и в итоге умирал.

В XX в. потребление наркотиков стало неким ритуалом взросления, и начали вводиться запреты [1]. Сейчас для людей наркотики это своеобразный способ расслабиться и убежать от действительности, но это огромное заблуждение [2]. Наркотики оказывают опасное влияние на все структуры организма. В первую очередь разрушается ДНК человека, сохраняющая информацию, поэтому происходит потеря важной информации, ухудшение памяти и концентрации. Иммунная система при обнаружении психоактивного вещества пытается бороться с ним и истощается, поэтому появляется множество болезней. Нарушается работа сердца, разрушаются легкие и печень. Также у наркоманов, употребляющих внутривенно, повышается вероятность получения заболеваний, передающихся через кровь. Из менее масштабных, но не менее неприятных последствий: разрушение зубов, тремор конечностей, снижение аппетита, вследствие, похудение и еще очень много подобного. Все эти симптомы можно ожидать, не говоря о том, что существует

огромный шанс передозировки, которая может привести к летальному исходу. У наркомана происходит социальная деградация. Человек становится лжецом, обманывает близких [3]. Необходимость в принятии наркотика толкает человека на воровство и даже убийство. Ухудшаются отношения с семьей и друзьями. Из-за потери памяти и концентрации внимания, становится сложнее в учебе.

В настоящее время наблюдается острая проблема наркомании по всей стране, в том числе и в Калужской области [4]. По данным реабилитационного центра для наркоманов и алкоголиков в Санкт-Петербурге.

Средний возраст наркозависимых находится в диапазоне 15–19 лет. Среди них:

- 20 % — это школьники от 9 до 14 лет;
- 60 % молодежи от 16 до 24 лет;
- 20 % — люди 25–30 лет и старше.

**Причины подростковой наркомании.** Психологические причины: поиск удовольствия и избегание страха. Подростки часто ищут новые ощущения и эмоции, желая испытать что-то запрещенное и в то же время «запрещенное».

Эмоциональные проблемы: низкая самооценка, проблемы с самоопределением, переживания из-за отношений с родителями, сверстниками, в школе могут толкать подростков к наркотикам как способу уйти от реальности.

*Проблемы в семье:* неполные семьи, насилие, алкоголизм или наркомания родителей создают благоприятную почву для формирования зависимостей у детей.

*Социальные причины:* воздействие окружения. Друзья, которые употребляют наркотики, оказывают сильное влияние на подростка. Желание быть принятым в группе, соответствовать ее ценностям и нормам приводит к тому, что подросток пробует наркотики.

*Доступность наркотиков:* в некоторых районах подростки могут легко приобрести наркотики. Недорогие и доступные синтетические вещества становятся частыми стартовыми наркотиками для молодежи.

*Физиологические причины:* неокрепшая нервная система. Подростковый организм еще не завершил свое развитие, и употребление наркотиков в этом возрасте может привести к серьезным нарушениям в работе мозга и других органов.

*Легкая зависимость:* некоторые наркотики, особенно синтетические, вызывают зависимость уже после нескольких применений, что делает подростков более уязвимыми.

**Статистика по Калуге и области по данным Антинаркотической комиссии Калужской области.** В Калужской области в конце 2022 г. количество лиц, состоящих на диспансерном учете органов здравоохранения, у которых зарегистрирован диагноз «Синдром зависимости от наркомании», составило 1311 человек. В Калуге количество зарегистрированных наркозависимых лиц — 634 человека. По состоянию на 31.12.2022 общее количество наркопреступлений в производстве, составило 1847.

В ходе работы над проектом я узнала, что тема очень актуальна в нынешнее время, потому что несет огромную опасность для будущего нашей страны. Подростковая наркомания — это комплексная и многоуровневая проблема, требующая внимательного и всестороннего подхода. Она затрагивает все сферы жизни подростка, включая физическое и психическое здоровье, социальные связи и будущее. Чем раньше общество, семья и образовательные учреждения начнут работать с подростками на уровне профилактики, тем выше шанс избежать трагических последствий наркозависимости.

## Литература

- [1] Дейвенпорт-Хайнс Р. В поисках забвения. Всемирная история наркотиков 1500–2000. Москва, АСТ, 2004, 143 с.
- [2] Ибресинский муниципальный округ Чувашской Республики. URL: <https://ibresi.cap.ru/> (дата обращения 17.02.2025).
- [3] Пятницкая И.Н. Общая и частная наркология: руководство для врачей. Москва, Медицина, 2008, 640 с.
- [4] Портал органов власти Калужской области. URL: <https://admoblkaluga.ru/> (дата обращения 17.02.2025).

## Problems of teenage drug addiction

Dementieva Valeria Igorevna

dementevavalerija@lenta.ru

Municipal Educational Institution Secondary School No. 23, Kaluga, Russia

*The theoretical foundations of drug addiction in adolescents, classification and consequences of drug use are considered. Statistics on drug addiction are given, the main categories of people suffering from drug addiction are identified. The mechanisms of action of drugs of different groups are identified. It is shown that drugs affect different people differently, if one person did not notice serious consequences after repeated use, then another person became disabled or died from a single use. Based on the results of the work, an informational video about the harm of drugs was created.*

**Keywords:** drug addiction, mechanism of action, harm of drugs



УДК 620.3

## Синтез нанодисперсных оксидных материалов и исследование их пероксидазоподобной активности на примере наночастиц диоксида церия

Хрусталеv Андрей Николаевич<sup>1</sup>

andrew.hrustalev@mail.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 21», Калуга, Россия<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП «Региональный центр одаренных детей» Калужской области), Калуга, Россия

*Рассмотрена возможность синтеза наночастиц диоксида церия по семи методикам. Установлены оптимальные варианты синтеза и стабилизации частиц. Получены золи диоксида церия с размером частиц от 3 до 530 нм, полученные золи охарактеризованы методами ТГА, РФА, ДСР, РЭМ, ИК-спектроскопии, выявлено, что для стабилизации золь наночастиц диоксида церия можно успешно применять электростатическую стабилизацию, а также применять органические кислоты, установлено, что наибольшую каталитическую активность проявил золь, стабилизированный цитратом аммония.*

**Ключевые слова:** наночастицы диоксида церия, стабилизация наночастиц, пероксидазоподобная активность

Нанотехнология — одно из перспективных направлений в современной науке и технике. В последние годы наблюдается огромный интерес к изучению свойств наночастиц, а также поиску областей их применения. Цель исследования: сравнение физико-химических характеристик и пероксидазоподобной активности наночастиц диоксида церия, полученных различными методами синтеза. Для достижения цели нами поставлены следующие задачи: 1) синтезировать золи  $\text{CeO}_2$  различными способами и определить их концентрации; 2) охарактеризовать полученные золи методами: динамического светорассеивания (ДСР), рентгенфазового анализа (РФА), инфракрасной-спектроскопии (ИК-спектроскопии) и ультрафиолетовой спектроскопии (УФ-спектроскопии); 3) оценить пероксидазоподобную активность наночастиц  $\text{CeO}_2$  на примере окисления 3,3',5,5'-тетраметилбензидина (ТМБ); 4) выявить методику синтеза, которая позволяет получить наночастицы с наиболее выраженной пероксидазоподобной активностью. Объект исследования: наночастицы диоксида церия. Предмет исследования: физико-химические свойства и пероксидазоподобная активность наночастиц диоксида церия. Гипотеза исследования: пероксидазоподобная активность наночастиц диоксида церия зависит от метода стабилизации.

Практическая часть работа была проведена на Образовательной программе в рамках XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии в Сириусе г. Сочи.

Для синтеза и стабилизации наночастиц были применены следующие методы [1, 2]: синтез наночастиц  $\text{CeO}_2$ , стабилизированных цитратом аммония; синтез золя  $\text{CeO}_2$ , стабилизированного полиакриловой кислотой; синтез золя  $\text{CeO}_2$ , допированного европием, гадолинием, неодимом; синтез наночастиц, стабилизированных цитратом аммония и электростатически; синтез золя  $\text{CeO}_2$ , стабилизированного электростатически. На втором этапе исследования были изучены физико-химические свойства наночастиц и золя: концентрация, размер частиц, стабильность золя, морфология частиц, состав дисперсной фазы, связь со стабилизатором методами ДРС, РФА, ИК- и УФ-видимой спектроскопии. На третьем этапе исследования была установлена пероксидазоподобная активность наночастиц синтезированных разными методами [3]. Методика оценки пероксидазоподобной активности включала использование спектрофотометра для измерения оптической плотности раствора при окислении субстрата 3,3',5,5'-тетраметилбензидином (ТМБ) [2, 4]. Качественное доказательство наличия частиц диоксида церия проводилось на ИК-спектрах при 420–442  $\text{см}^{-1}$ . Форму наночастиц установили с помощью микроскопирования. Частицы не сферические. Допированные частицы качественно проверяли методом рентгеноспектрального микроанализа. По результатам анализа подтвердили успешное допирование только Nd. С помощью метода РФА доказали, что самые высокие и узкие пики у наночастиц диоксида церия, стабилизированных электростатически и цитратом аммония. Золи с наименьшим размером были получены гидротермальным методом. Кинетические исследования основывались на получении и исследовании кривых зависимости изменения оптической плотности от времени каталитической реакции при длине волны 652 нм на спектрофотометре. Для определения каталитической активности золей рассчитывали константу Михаэлиса ( $K_m$ ) и  $K_{cat}$  (кинетический параметр, который измеряет максимальное количество молекул субстрата, превращаемых ферментом в продукт за единицу времени, когда фермент полностью насыщен субстратом) по графику в программе Origin Pro. Каталитическую активность золей рассчитывали как отношение  $K_{cat}$  к  $K_m$ . Исходя из расчетов, полученных по графикам после окисления 3,3',5,5'-тетраметилбензидина, выявлено, что наибольшей пероксидазоподобной активностью обладает золь, частицы которого были стабилизированы цитратом аммония.

В ходе работы получены золи диоксида церия с размером частиц от 3 до 530 нм, полученные золи охарактеризованы методами ТГА, РФА, ДРС, РЭМ, ИК-спектроскопии, выявлено, что для стабилизации золя наночастиц диоксида церия можно успешно применять электростатическую стабилизацию, а также применять органические кислоты, установлено, что наибольшую каталитическую активность проявил золь, стабилизированный цитратом аммония.

Цели и задачи исследования достигнуты. Гипотеза подтвердилась: пероксидазоподобная активность наночастиц диоксида церия зависит от метода стабилизации. Несмотря на достаточную достоверность и проработку исследования, проект требует дальнейшего развития.

## Литература

- [1] *Наночастицы оксида церия: свойства, биосинтез и биомедицинское применение*. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/ra/d0ra04736h> (дата обращения 01.10.2024).
- [2] Маслова С.А., Бажукова И.Н., Мышкина А.В. и др. Физико-химические свойства и антиоксидантная активность наночастиц оксида церия, стабилизированных мальтодекстрином. *Физика твердого тела*, 2021, т. 63, вып. 12, с. 2020–2027.
- [3] Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. *Биохимия*. Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2016, 132 с.
- [4] Ремпель А.А., Валеева А.А. *Материалы и методы нанотехнологий*. Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2015, 136 с.

## Synthesis of nanodisperse oxide materials and investigation of their peroxidase-like activity using the example of cerium dioxide nanoparticles

Khrustalev Andrey Nikolaevich<sup>1</sup>

andrew.khrustalev@mail.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 21, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*The possibility of synthesizing cerium dioxide nanoparticles using seven methods is considered. Optimal options for particle synthesis and stabilization have been established. Cerium dioxide sols with a particle size from 3 nm to 530 nm were obtained, the obtained sols were characterized by the methods of TGA, XFA, DSR, SEM, and IR spectroscopy, it was found that electrostatic stabilization can be successfully applied to stabilize the sol of cerium dioxide nanoparticles, as well as organic acids, and it was found that sol showed the greatest catalytic activity stabilized with ammonium citrate.*

**Keywords:** cerium dioxide nanoparticles, nanoparticle stabilization, peroxidase-like activity

УДК 665.63

## Сравнение моделей лабораторных установок перегонки нефти и возможности их использования в условиях школьной лаборатории

Некрылова Мария Дмитриевна<sup>1</sup> wtesnik@yandex.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup> ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 21», Калуга, Россия

<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП Региональный центр одаренных детей Калужской области), Калуга, Россия

*Рассмотрены установки для перегонки нефти в промышленных масштабах и лабораториях. Выявлены наиболее удобные установки для перегонки нефти в условиях школьного кабинета химии. Проведена перегонка нефти на типовой установке, получены три фракции (бензиновая, керосиновая, газойл), составлен материальный баланс перегонки. Наиболее приемлемой установкой для проведения реального эксперимента перегонки нефти в условиях школьной лаборатории является типовая установка. Проведены лабораторные эксперименты на определение наличия воды и непредельных соединений в полученных фракциях. Смоделирована виртуальная установка для перегонки нефти в программе «Blender».*

**Ключевые слова:** перегонка нефти, фракции нефти, мембранные фильтры

Одним из важнейших и активно развивающихся направлений современной экономики является нефтеперерабатывающая отрасль. Изучение и улучшение методов переработки нефти является перспективной и очень важной частью современной науки [1]. В школьном курсе химии 10-го класса процесс переработки нефти изучается в теоретическом и практическом ракурсе, как в промышленном масштабе, так и в условиях школьной лаборатории на уроках, кружковых занятиях, факультативах и элективных курсах. Поэтому мы решили проанализировать различные варианты проведения подобного эксперимента, в том числе и современные подходы к перегонке нефти.

Цель: сравнение существующих моделей лабораторных установок перегонки нефти и выявление наиболее оптимальных для использования в условиях школьной лаборатории. Задачи: 1) проанализировать литературу по данной теме; 2) сравнить модели различных лабораторных установок для перегонки нефти; 3) выявить наиболее оптимальные для использования в условиях школьной лаборатории; 4) экспериментально осуществить разгонку нефти на фракции одним из выбранных методов; 5) качественно определить наличие воды и непредельных углеводородов в продуктах (бензине и керосине), полученных после перегонки нефти. Объект исследования: нефть. Предмет исследования: модели установок для перегонки нефти. Методы исследования: анализ литературы, наблюдение, эксперимент, анализ полученных данных, моделирование. Гипотеза: предположим, что в условиях школьной лаборато-

рии можно осуществить перегонку нефти несколькими способами (на нескольких разных установках).

В ходе работы были проанализированы некоторые существующие модели установок для перегонки нефти, которые используют в лабораториях: типовая установка, установка с ректификационной колонной, установка И.Т. Сыроежкина, установка Г.А. Зданчука, установка с дефлегматором, установка для перегонки под вакуумом, установка для мембранного метода, виртуальные программы компьютерного моделирования [2, 3]. Были проанализированы преимущества и недостатки установок и выявили наиболее подходящие для проведения экспериментов в школьной лаборатории, а именно: типовую установку, виртуальные программы. Остальные установки подходят частично.

Было проведено несколько экспериментов по фракционной перегонке нефти в лабораторных условиях на типовой установке для разгонки нефти [4]. Типовая установка была выбрана для использования как наиболее удобная для школьной лаборатории. Первый вариант перегонки мы делали в лаборатории РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина. В ходе опыта получены три фракции нефти: бензиновая, керосиновая, газойль. Составлен материальный баланс перегонки [5].

Повтор эксперимента осуществили в школьной лаборатории МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», моделирование частей эксперимента проводили в Региональном центре одаренных детей Калужской области. Составные части есть в наличии, сборка не сложная, установка для перегонки в школьной лаборатории работает. Получены две фракции бензиновая и керосиновая. Проведен опыт по перегонке искусственной смеси бензина, керосина и смазочного масла в лаборатории Регионального центра одаренных детей Калужской области. Опыт демонстрирует (доказывает) обучающимся наличие и разделение фракций на типовой установке.

В ходе проведенного эксперимента по определению содержания воды (проба Клиффорда) в бензиновой и керосиновой фракции наблюдали окрашивание нефтепродукта обеих фракций в розоватые цвета, что свидетельствует о наличии некоторого количества воды.

Виртуальные опыты по определению плотности нефти и содержанию воды проводили в Региональном центре одаренных детей. При проведении таких опытов увидели, что обучающиеся могут изучить оборудование, необходимое для опыта, провести самостоятельно опыт, а также провести расчетную часть: рассчитать массовую долю воды в нефти. Опыт на определение воды удачно сочетается с практической частью (пробой Клиффорда), взаимно дополняют друг друга.

В результате проведения опыта на наличие непредельных углеводородов водный раствор перманганата калия и иодная вода обесцвечивались в течение 1 минуты в бензиновой и керосиновой фракциях, что доказывает наличие непредельных углеводородов. Мы наблюдали, как раствор опустился на дно и моментально покрылся коричневой масляной пленкой. Затем в течение ми-

нуты раствор принял светлый цвет. После этого был осуществлен сравнительный анализ между пробирками, в результате которого было установлено, что цвет раствора  $\text{KMnO}_4$  изменился, став светлее и перейдя от фиолетового к бледно-розовому оттенку. С иодной водой наблюдения повторились. Иодная вода частично обесцветилась в течение 1 минуты.

В процессе работы были сделаны следующие выводы: 1) наиболее приемлемой установкой для проведения реального эксперимента перегонки нефти в условиях школьной лаборатории является типовая установка; 2) виртуальные программы проведения некоторых опытов с нефтью и нефтепродуктами могут служить дополнением к реальному эксперименту на уроках, кружковых занятиях, факультативах и элективных курсах в школе; 3) другие проанализированные модели могут быть использованы частично, например для изучения лабораторного оборудования при сборе установки, анализа процесса протекания перегонки и т. п.; 4) перспективным направлением осуществления перегонки нефти является использование установки мембранного фильтрации.

Мы считаем, что цель исследования достигнута, задачи выполнены. Гипотеза подтвердилась частично: мы осуществили перегонку нефти с помощью одной типовой установки. Несмотря на достаточную проработку темы, необходимо дальнейшее изучение моделей установок с целью их возможного использования для проведения полного реального эксперимента, упрощения установки и обеспечение безопасности в работе. Также необходимо дальнейшее изучение мембранной технологии. Одним из перспективных направлений является и поиск искусственных смесей для перегонки, но более экологических, чем смесь отдельных фракций, представленных в работе, которые, возможно, подойдут обучающимся-аллергикам или с непереносимостью нефтяного запаха.

## Литература

- [1] Занозина И.И., Тыщенко В.А., Бабинцева М.В., Спиридонова И.В., Гарина Н.Ю., Еличева А.Ю., Занозин И.Ю., Шабалина Т.Н. Система независимого углубленного исследования нефтесырья: проблемы, решения, опыт. *Научно-технический журнал. Вестник нефтяных компаний. Мир нефтепродуктов*, 2018, № 6, с. 16–20.
- [2] Цветков Л.Л. *Эксперимент по органической химии: Методика и техника*. Москва, Школьная Пресса, 2000, 192 с.
- [3] *Виртуальные учебные комплексы по химии ProgramLab*. URL: <https://pl-llc.ru/catalog/khimiya/> (дата обращения 08.03.2024).
- [4] *Лабораторная работа № 2. Первичная перегонка нефти*. URL: [https://www.gubkin.ru/faculty/chemical and environmental/chairs and departments/organic and oil chemistry/files/lr 2 peregonka nefi.pdf](https://www.gubkin.ru/faculty/chemical%20and%20environmental/chairs%20and%20departments/organic%20and%20oil%20chemistry/files/lr%20peregonka%20nefti.pdf) (дата обращения 11.11.2024).
- [5] *Очистка и анализ нефти и нефтепродуктов. Общий практикум по химии нефти и нефтехимическому синтезу. Руководство к лабораторным занятиям по основам нефтехимии для студентов специальности*. Новокуйбышевск, 2015, 41 с. URL: <https://nnht.ru/wp-content/uploads/2018/09/Ochistka-i-analiz-nefti-i-nefteproduktov.pdf> (дата обращения 11.11.2024).

## Comparison of models of laboratory oil distillation units and the possibility of their use in a school laboratory

Nekrylova Maria Dmitrievna<sup>1</sup>

wtesnik@yandex.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*Installations for oil distillation on an industrial scale and in laboratories are considered. The most convenient installations for oil distillation in a school chemistry classroom have been identified. Oil was distilled at a typical installation, three fractions (gasoline, kerosene, and gas oil) were obtained, and a material balance of distillation was compiled. The most suitable installation for conducting a real experiment of oil distillation in a school laboratory is a typical installation. Laboratory experiments were carried out to determine the presence of water and unsaturated compounds in the obtained fractions. A virtual oil distillation unit has been modeled in the Blender program.*

**Keywords:** oil distillation, oil fractions, membrane filters

УДК 620.3

## Изучение свойств раневых повязок, используемых на первом этапе процесса воспаления раны

Рожкова Арина Антоновна<sup>1</sup>

aririna2007@mail.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 13», Калуга, Россия<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП «Региональный центр одаренных детей» Калужской области), Калуга, Россия

*Проведено исследование 5 образцов раневых материалов, которые используются на первом этапе процесса воспаления раны. Выявлены особенности состава повязок и структуры композитных материалов, входящих в состав матрицы раневых повязок, измерен pH вытяжки. При сравнении осмотической активности с помощью метода осмотического диализа установлено, что наибольшей активностью обладает образец WinnerPlast, при сравнении антибактериальной активности методом лунок выявлено, что наибольшую активность также показал образец WinnerPlast.*

**Ключевые слова:** раневые повязки, адсорбция, осмотическая активность, метод лунок

На протяжении жизни мы получаем различные травмы, очень часто это механические повреждения, нарушающие целостность кожных покровов и образующие раны. Это поверхностные ссадины и царапины или более глубокие, затрагивающие сосуды, нервы. Для эффективного заживления ран всегда существовала потребность в подходящем материале, который закрывал бы рану и предотвращал инфицирование. Сегодня существует большое разнообразие перевязочных материалов, которые используются для заживления повреждений. Современные требования к ранозаживляющим материалам подразумевают, что раневое покрытие должно не только изолировать рану от инфицирования, но и поддерживать оптимальные условия для паро- и воздухопроницаемости, быть атравматичным и нетоксичным, не оказывать местно-раздражающего действия, выдерживать стерилизацию и оказывать терапевтическое действие, что в совокупности должно способствовать более быстрому заживлению раны и профилактике осложнений [1]. Раневые покрытия имеют фундаментальное значение, так как с их применением открываются новые горизонты в регенерации ран и постоперационном ведении пациента. В настоящее время идет активная разработка разнообразных покрытий и поиск новых веществ для создания ранозаживляющих материалов.

Цель исследования: изучить ранозаживляющие материалы, которые используются на первом этапе процесса воспаления раны. Задачи исследования: изучить компоненты, входящие в состав исследуемых ранозаживляющих повязок; изучить физико-химические свойства материалов; исследовать осмотическую и антибактериальную активность ранозаживляющих повязок.



Объект исследования: ранозаживляющие материалы. Предмет исследования: свойства ранозаживляющих материалов. Для изучения свойств ранозаживляющих материалов, применяемых на первом этапе воспаления раны, мы использовали следующие объекты, которые чаще всего используются в медицинской практике по опросу: губку коллагеновую кровоостанавливающую, Хитокол — КС, Воскопран, Winner Plast, Апполо.

Исследование свойств проводили по следующим показателям: органолептические показатели, структура композиционных материалов, pH вытяжки, осмотическая активность, антибактерицидная активность [2]. Осмотическую активность изучали методом равновесного диализа на приборе (метод равновесного диализа через полупроницаемую мембрану) [3], состоящем из стеклянной трубки диаметром 30–35 мм, один конец которой затянут диализной пленкой, по рекомендации производителя предварительно замоченной на 15 минут в дистиллированной воде. Навеску вытяжки массой около 2 г наносили на внутреннюю поверхность пленки, затем помещали в сосуд с дистиллированной водой (приемная среда) на 2–3 мм и термостатировали в сушевоздушном термостате ТВ-80-1. Через 1 час и через 12 часов после начала эксперимента диализную трубку вынимали и взвешивали с точностью до 0,01 г. Микроскопирование композиционных материалов, входящих в состав исследуемых объектов, проводили с помощью микроскопа «Digital Blue qx7» совместно с компьютерной программой «ГлобиСкоп». Микробиологические исследования проводились в Региональном центре одаренных детей (г. Калуга) с использованием стандартных методов качественных и количественных анализов лекарственного растительного сырья: метод стерилизации сухим жаром, метод посева в пробирки со скошенной средой, метод посева сплошным газоном, метод термостатирования микроорганизмов (37 °С, 24 ч), метод лунок, метод выделения чистой культуры способом Дригальского, суспензионный метод, микроскопический метод при помощи микроскопа «Би-Оптик серии CI-400» совместно с TourView [4, 5]. В качестве питательной среды использовался ГМР-агар. В качестве тест-культур использовали смесь штаммов бактерий, выделенных из воздуха. Для идентификации образцов использовали Определитель бактерий Берджи [6].

В процессе исследования получены следующие результаты. Проведено исследование 5 образцов раневых материалов, которые используются на первом этапе процесса воспаления раны. Выявлены особенности состава повязок и структуры композитных материалов, входящих в состав матрицы раневых повязок, измерен pH вытяжки. При сравнении осмотической активности установлено, что наибольшей активностью обладает образец № 4 WinnerPlast. 3. При сравнении антибактериальной активности выявлено, что наибольшая активность так же показал образец №4 WinnerPlast.

## Литература

- [1] Маркелова Ю.С., Шишацкая Н.М., Кузнецов Е.И., Соловьева М.Н., Зуев Н.С. *К вопросу о выборе раневых покрытий в лечении гнойных ран*. URL: <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2015/1-5/37517.pdf> (дата обращения 05.06.2023).
- [2] Каграманов Г.Г. *Диффузные мембранные процессы*. Москва, РХТУ им. Менделеева, 2009, 73 с.
- [3] Манджигладзе Т.Ю., Романцова Н.А. Определение осмотической активности исследуемых мазей с экстрактами Робинии и Солодки. *Здоровье и образование в XXI веке. XII Междунар. конгресс: матер.* Москва, РУДН, 367 с.
- [4] Лыков И.Н., Шестакова Г. А. *Теоретические и практические основы общей микробиологии*. Калуга, Изд-во КГПУ, 2002, 212 с.
- [5] *Основы микробиологии. Курс лекций*. URL: [http://collegemicrob.narod.ru/diagnostik/tema\\_16.html](http://collegemicrob.narod.ru/diagnostik/tema_16.html) (дата обращения 31.08.2023).
- [6] Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. *Определитель бактерий Берджи*. Москва, Мир, 1997, 432 с.

## Study of the properties of wound dressings used at the first stage of the wound inflammation process

Rozhkova Arina Antonovna<sup>1</sup>

aririna2007@mail.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 21, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*A study of 5 samples of wound materials, which are used at the first stage of the wound inflammation process, was conducted. The features of the composition of bandages and the structure of composite materials included in the matrix of wound dressings were revealed, and the pH of the extract was measured. When comparing osmotic activity using osmotic dialysis, it was found that the WinnerPlast sample has the highest activity, and when comparing antibacterial activity using the well method, it was found that the WinnerPlast sample also showed the highest activity.*

**Keywords:** wound dressings, adsorption, osmotic activity, well method

УДК 579.26

## Создание системы оценки антропогенной нагрузки на почвы берегов водных объектов на основе показателей ферментативной активности почвы и космообразов дистанционного зондирования Земли

Челобитчикова Полина Ивановна<sup>1</sup>

yutesnik@yandex.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП Региональный центр одаренных детей Калужской области), Калуга, Россия

*Рассмотрена возможность создания системы оценки антропогенной нагрузки на почвы берегов водных объектов на основе показателей ферментативной активности почвы и космообразов системы дистанционного зондирования Земли. Выявлены физико-химические методики оценки каталазной, уреазной и протеазной активности почвы. Разработаны этапы создания системы по оценке степени негативного воздействия на почву на основе бальной цветовой шкалы с помощью комбинации трех каналов системы дистанционного зондирования Земли.*

**Ключевые слова:** ферментативная активность почвы, каталазная активность, космообразы дистанционного зондирования Земли

В настоящее время большое внимание уделяется созданию систем оценки различных показателей с помощью геоинформационных технологий, ДЗЗ — дистанционного зондирования Земли, а также с применением методов индикации техногенных почвенно-геохимических аномалий и показателей воздействия антропогенной нагрузки на почвенный покров. Среди таких показателей одним из наиболее перспективных и доступных методов считается диагностика ферментативной активности почвы. Ферментативная активность является одним из важных контролируемых показателей для многих природных образований и продуктов, позволяющий заметить негативные изменения на начальных стадиях. На снижение ферментативной активности влияет совокупность различных факторов: вытаптывание территории, воздействие многоэтажных застроек (затемнение), влияние загрязняющих веществ, бытового мусора, различного рода бытовых отходов, строительного мусора и другие [1].

Цель: создание системы оценки антропогенного воздействия на почвы береговой линии открытых водоемов на основе показателей ферментативной активности почвы и космообразов системы дистанционного зондирования Земли. Задачи: проанализировать литературу по данной теме; оценить ферментативную активность почвы вокруг Яченского водохранилища и прудов в районе деревни Подзавалья; установить степень антропогенной нагрузки на почву на основе показателей ферментативной активности; сопоставить значения ферментативной активности почвы с цветовыми показателями космо-

образов, дающих первичное районирование по степени антропогенной воздействия согласно бальной шкале. Объект исследования: почва. Предмет исследования: ферментативная активность почвы. Методы исследования: анализ литературы, наблюдение, эксперимент, анализ полученных данных, моделирование. Гипотеза: предположим, что на основе величин ферментативной активности почвы и цветowych показателей космообразов системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) можно создать бальную систему, отражающую степень антропогенной нагрузки на исследуемую территорию.

Наше исследование основано на понятии ферментативной активности почвы. В ферментативной активности почвы выделяют три вида: каталазную, уреазную и протеазную активность. Каждый вид ферментативной активности является маркером нестабильной экологической обстановки места наблюдения [2]. На первом этапе нашего исследования проанализируем методика определения каждого вида ферментативной активности. Для определения каталазной активности почвы будем использовать титриметрический способ, для уреазной и протеазной активности — спектрофотометрический [3]. Определенные значения ферментативной активности сравним со средней активностью фермента по Шкале для оценки обогащенности почв ферментами Звягинцева [4, 5]. На втором этапе исследования проанализируем образцы почв. Забор проб почвы будем производить по периметру Яченского водохранилища и прудов в районе деревни Подзавадь. Отбор почвы проводим методом конверта из верхнего горизонта. Отобранные почвенные образцы помещаем в полиэтиленовые пакеты, каждый образец снабжаем этикеткой, в которой указываем дата и место. Предположим, что уровень антропогенной нагрузки в разных точка отбора проб будет разный от незначительного загрязнения до высоких показателей. На третьем этапе нашего исследования предположим, что с помощью системы ДЗЗ установить зависимость между уровнем загрязнения, который оценили по степени ферментативной активности, и цветowymi показателями космообразов. Для этого используем комбинацию нескольких спектральных каналов: 7-го (инфракрасного), 4-го и 2-го [3]. После информативного цветового деления, проведем анализ цветового диапазона в точках в разной величиной ферментативной активности и составим стандартную цветовую шкалу, по которой можно будет определить с помощью космоснимков места с низкой ферментативной активностью почвы.

Разработанную систему предполагаем использовать для мониторинга загрязнения почв береговой линии открытых водоемов, а также для анализа антропогенной нагрузки труднодоступных или сильно удаленных мест.

## Литература

- [1] Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почв под влиянием естественных и антропогенных факторов. *Почвоведение*, 1992, № 7, с. 70–82.
- [2] Агаркова М.Г., Строганова М.Н., Скворцова И.Н. Биологическая активность почв урбанизированных территорий. *Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение*, 1994, № 1, с. 45–49.

- [3] Ямашкин А.А., Кирюшин А.В., Коваленко А.К. *Геоэкологический анализ состояния природно-социальнопроизводственных систем*. Саранск, Изд-во Мордов. ун-та, 2004, 260 с.
- [4] Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей. *Почвоведение*, 1978, № 6, с. 48–54.
- [5] Кремлев Е.П. *Лабораторный практикум по курсу «Экология»*. Гродно, ГрГУ, 2002, 159 с.

## Creation of a system for assessing anthropogenic load on the soils of the shores of water bodies based on indicators of soil enzymatic activity and remote sensing space images

Chelobitchikova Polina Ivanovna<sup>1</sup>

yutesnik@yandex.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*The possibility of creating a system for assessing anthropogenic stress on the soils of the shores of water bodies based on indicators of the enzymatic activity of the soil and space images of the Earth Remote sensing system is considered. Physico-chemical methods for assessing catalase, urease, and protease activity of soil have been identified. The stages of creating a system for assessing the degree of negative impact on the soil based on a color scale using a combination of three channels of the Earth remote sensing system have been developed.*

**Keywords:** *soil enzymatic activity, catalase activity, space images of remote sensing of the Earth*

УДК 614.715

## Применение нейросети для идентификации микропластика

Алексеев Андрей Вячеславович<sup>1</sup>

katkat@yandex.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup>

ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП Региональный центр одаренных детей Калужской области), Калуга, Россия

*Исследование посвящено проблеме устранения микропластика из окружающей среды. Проведены 6 этапов исследования: создание проб песка с частицами микропластика, создание изображений с помощью микроскопирования, разметка изображений, обучение нейросети, тестирование ее работы и написание приложения. Выявлено, что нейронная сеть может быть использована для распознавания микропластика различных видов. В ходе проведения исследования разработано приложение, написанное на языке Python с нейросетью, способной идентифицировать микропластик в пробах песка, распознавать его по форме и определять виды, такие как PET, HDPE, PVC, LDPE, pp, ps.*

**Ключевые слова:** загрязнение, микропластик, нейросети, окружающая среда

Природа — это наше достояние. Необходимо сохранить эти живые экосистемы, уменьшить негативное антропогенное воздействие человека или справиться с ним, если его результат уже оказался в окружающей среде.

Одним из таких загрязнителей является микропластик — это крошечные пластиковые частицы диаметром менее 5 мм [1]. Они возникают из различных источников, включая распад крупных пластиковых отходов, микрогранул в средствах гигиены и синтетических волокон, выпадающих при стирке одежды. Наша зависимость от таких материалов означает, что микропластик широко распространен в окружающей среде, в том числе и в почве, и песке.

«Прогнозная» аналитика, основанная на алгоритмах искусственного интеллекта, становится все более распространенным инструментом в арсенале средств борьбы с экологическими проблемами [2]. Инструменты машинного обучения позволяют исключить человеческий фактор и унифицировать анализ микропластика, что даст возможность вычислить основные источники загрязнения и превентивно бороться с выбросами. Таким образом, искусственный интеллект может внести значительный вклад в противодействие распространению микропластика [3].

Цель проектной работы: разработка способа определения частиц микропластика в компонентах окружающей среды с применением метода нейронных сетей. Задачи проектной работы: изучить информацию о применении искусственного интеллекта в решении проблем распространения микропластика; сделать пробы песка с микропластиками разных видов и создать их изображения; осуществить предварительную подготовку данных для обуче-

ния нейросети; обучить нейросеть для идентификации микропластиков, протестировать ее работу и написать приложение для работы нейросети.

Гипотеза: с помощью технологий искусственного интеллекта можно идентифицировать различные виды микропластика в пробах песка.

При проведении исследования использовались теоретические методы: анализ научно-популярных изданий, работа с интернет-ресурсами, систематизация и обобщение фактов; эмпирические методы: обучение и тестирование работы нейросети.

Продукт проекта: приложение, написанное на языке Python с нейросетью, способной идентифицировать микропластик в пробах песка. Выгодополучатели результатов проекта и перспективы использования результатов: Росприроднадзор, Роспотребнадзор, Министерства природных ресурсов и др. Но для использования этими организациями продукта проекта должны быть предложены простые методики, которые специалист может реализовать в любой лаборатории. Кроме того, они должны быть единые, так как если считать и сортировать вручную, то данные в разных регионах могут кардинально отличаться. Результаты проекта могут быть использованы этими ведомствами для идентификации различных видов микропластиков в пробах песка. Используемая в результате проекта нейросеть обучается сама, с каждым новым потоком данных совершенствуется в «опознании». Следующие шаги предполагают продолжение обучения и тестирования нейросети и предоставление большего объема данных для повышения качества идентификации микропластиков. Важная особенность «сортировочной» нейросети в том, что для ее использования не нужно специальное оборудование и специальные навыки [4]. Подойдет любой компьютер, а для проведения анализа достаточно фотографии с телефона в хорошем разрешении. Конечный продукт представляет собой приложение, финансово доступное даже небольшим исследовательским коллективам.

Исследование было разделено на следующие этапы [3, 4]: 1) изучение материала. На данном этапе осуществлялся поиск и анализ теоретического материала о том, что такое микропластик, какие виды пластиков существуют и каковы источники его образования, какой вред наносит организму человека и окружающей среде; 2) создание образцов песка с частицами микропластика; 3) создание изображений образцов. Для создания фотографий использовался микроскоп ANYSMART 60x мини, с креплением для смартфона, подсветкой (2 LED) и ультрафиолетом (9882-W) и смартфон; 4) разметка изображений. Разметка фотографий осуществлялась при помощи VGG Image Annotator (VIA) — бесплатная программа для ручной разметки изображений (также аудио и видео). Для аннотирования объектов доступны: ограничивающие рамки, ломаные линии, многоугольники, круги, овалы и точки. Для разметки изображений были выбраны и закодированы классы объектов, которые мы хотим научить обнаруживать нейросеть; 5) предварительная подготовка данных. Мы использовали сервис Roboflow Annotate, с помощью которого осуществили аугментацию — расширили набор данных за счет

отражения и поворота исходных фотографий; 6) обучение нейросети, тестирование ее работы и написание приложения. Для реализации проекта была выбрана нейросеть YOLOv8.

Личный вклад в проект: я осуществлял работу по созданию образцов песка с частицами микропластика, разметке фотографий и принимал участие в обучении нейронной сети и создании приложения.

В результате проекта было создано приложение, написанное на языке Python с нейросетью, способной идентифицировать микропластик в пробах песка, распознавать его по форме и определять виды, такие как PET, HDPE, PVC, LDPE, pp, ps.

В ходе реализации проекта гипотеза проекта подтвердилась частично, проектируемая модель идентификации микропластика продемонстрировала некоторые ограничения, такие как длительное время получения изображения и ограниченный анализ размера частиц.

## Литература

- [1] *ИИ научили находить микропластик с рекордной скоростью: это спасет океаны от засорения*. URL: <https://www.ferra.ru/news/techlife/ii-nauchili-nakhodit-mikroplastik-s-rekordnoiskorostyu-eto-spasyot-okeyany-ot-zasoreniya-06-12-2023.htm> (дата обращения 11.03.2025).
- [2] Ишмухаметов И.Р., Баташева С.Н., Фахруллина Г.И., Фахруллин Р.Ф. Экспресс-идентификация микропластика в фибробластах человека на основе усиленной темнопольной микроскопии и глубокого обучения. *MicroPlasticsEnvironment-2022. I Всерос. конф. с междунар. уч. по загрязнению окружающей среды микропластиком (МРЕ-2022): матер.* Томск, Изд-во Томского государственного университета, 2022, с. 29–32.
- [3] Казмирук В.Д. Микропластик в водных объектах: источники и некоторые особенности поведения частиц. *MicroPlasticsEnvironment-2022. I Всерос. конф. с междунар. уч. по загрязнению окружающей среды микропластиком (МРЕ-2022): матер.* Томск, Изд-во Томского государственного университета, 2022, с. 11–15.
- [4] Казмирук В.Д. Почему в зарослях макрофитов много микропластика: действующие механизмы. *MicroPlasticsEnvironment-2022. I Всерос. конф. с междунар. уч. по загрязнению окружающей среды микропластиком (МРЕ-2022): матер.* Томск, Изд-во Томского государственного университета, 2022, с. 43–47.



## Using a neural network to identify microplastics

Alekseev Andrey Vyacheslavovich<sup>1</sup>    katkat@yandex.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>        ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*The study is devoted to the problem of eliminating microplastics from the environment. 6 stages of the research were carried out: the creation of sand samples with microplastic particles, the creation of images using microscopy, image markup, training a neural network, testing its operation and writing an application. It has been revealed that a neural network can be used to recognize microplastics of various types. During the research, an application was developed written in Python with a neural network capable of identifying microplastics in sand samples, recognizing its shape and identifying types such as PET, HDPE, PVC, LDPE, pp, ps.*

**Keywords:** pollution, microplastics, neural networks, environment

УДК 620.92

## Изготовление и исследование свойств топливных брикетов

Исакиева Рената Владимировна<sup>1</sup>

renata.isakieva@gmail.com

Цаплина Анастасия Владиславовна<sup>2</sup>

anastasiavtsaplina@yandex.ru

Кусачева Елена Александровна<sup>3</sup>

kusachevasa@bmstu.ru

Горбенко Даниил Николаевич<sup>4</sup>

gorbenkodaniil08@gmail.com

<sup>1</sup> КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия<sup>2</sup> Центр развития детей и юношества «Созвездие», Калуга, Россия<sup>3</sup> МОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия<sup>4</sup> МБОУ «СОШ № 46», Калуга, Россия

*Рассмотрено состояние вопроса применения разных видов биотоплива. Представлен обзор ключевых аспектов: технологий получения, методов интенсификации процесса и оценки ресурсного потенциала. Показаны перспективы применения биотоплива как возобновляемого и устойчивого источника энергии. Сделаны выводы о необходимости дальнейших исследований в направлении минимизации рисков и повышения эффективности применения рассматриваемых энергоносителей, которые могут использоваться для отопления, электрогенерации и промышленного производства. Приведены результаты собственных исследований по изучению теплотворной способности топливных брикетов.*

**Ключевые слова:** биотопливо, топливные брикеты, эффективность, тепловая энергия

Мировой рынок биотоплива развивается быстрыми темпами, это связано как с проблемами экологии, так и с повышением цен на традиционные виды топлива (нефть, газ). В России наиболее перспективно использование двух видов биотоплива — биоэтанола и пеллет. Каждый из них может быть произведен из отходов лесозаготовок. Для создания программы по поддержке биоэнергетики наиболее оптимальным вариантом является анализ мирового опыта в этой области и использование тех мероприятий, которые могут дать положительный эффект для роста российских биотехнологий. В условиях быстрого роста мирового потребления жидкого углеводородного топлива и нарастающего дефицита нефти, основные его потребители — страны Западной Европы, Америки, Юго-Восточной Азии — быстрыми темпами увеличивают производство и потребление биоэтанола и биодизельного топлива для транспорта. Лидерами производства биоэтанола являются США и Бразилия, биодизельного топлива — Германия. Основанием для быстрого развития этого направления является государственная политика. Биотопливо становится все более популярным в различных секторах благодаря своей способности снижать выбросы парниковых газов, обеспечивать энергетическую безопасность и поддерживать сельское хозяйство. Однако его использование также требует внимания к вопросам устойчивого производства и возможного влияния на продовольственные ресурсы.

Перспективы развития производства биотоплива в России представляют собой интересную и многообещающую область, учитывая обширные природные ресурсы страны и растущий интерес к устойчивым источникам энергии. Ниже перечислены ключевые аспекты и тенденции: нормативно-правовая база. В России наблюдается активное формирование законодательства, регулирующего производство и использование биотоплива. Разработка стандартов и нормативов для биотоплива может способствовать его более широкому принятию и использованию. Ресурсы для производства: Россия обладает значительными запасами биомассы, включая сельскохозяйственные отходы, древесные массы и другие органические материалы. Это создает базу для производства биотоплива, что позволяет использовать локальные ресурсы и снижать зависимость от импорта. Развитие технологий: инвестиции в научные исследования и разработки технологий получения биотоплива могут способствовать его более эффективному производству. Разработка современных методов переработки и ферментации позволит улучшить показатели продуктивности и снизит затраты. Интеграция с сельским хозяйством: развитие производства биотоплива может быть интегрировано с аграрным сектором. Например, использование сельскохозяйственных отходов для получения биомассы не только создаст новый рынок, но и поможет решить проблему утилизации отходов. Устойчивое развитие: повышение интереса к устойчивым источникам энергии и сокращению углеродного следа создает благоприятные условия для развития биотоплива. Реализация экологически чистых технологий и использование биотоплива как альтернативы ископаемым источникам энергии могут улучшить экологическую ситуацию в стране. Государственные программы: программы поддержки специальных проектов по производству биотоплива могут стимулировать отрасль. Гранты, кредитные линии и субсидии могут помочь малым и большим компаниям в развитии технологий и производственных мощностей. Тем не менее существуют и определенные вызовы, включая необходимость в дополнительных инвестициях, координации между различными отраслями и наличие конкурентоспособных источников энергии. Также важно учитывать последствия для продовольственной безопасности и экосистем, что требует сбалансированного подхода к разработке этой отрасли [1–5].

В рамках совместной экспериментальной работы, выполненной обучающимися МБОУДО ЦРТДиЮ «Созвездие» (г. Калуга), НСП МЭШДОМ и студентами КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, были изготовлены топливные брикеты из бумаги, бумаги и листьев, и определено время их горения и теплотворная способность. В данном случае масса воды  $m = 50 \text{ мл} = 0,05 \text{ кг}$ ;  $\Delta T = 31 - 26 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Подставим значения в формулу для воды:

$$Q = 0,05 \text{ кг} \times 4184 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} = 1046 \text{ Дж}.$$

В эксперименте был использован брикет массой 24,5 грамма, состоящий из бумаги и сухих листьев. Процесс горения проходил в металлическом контейнере с отверстиями в вытяжном шкафу.

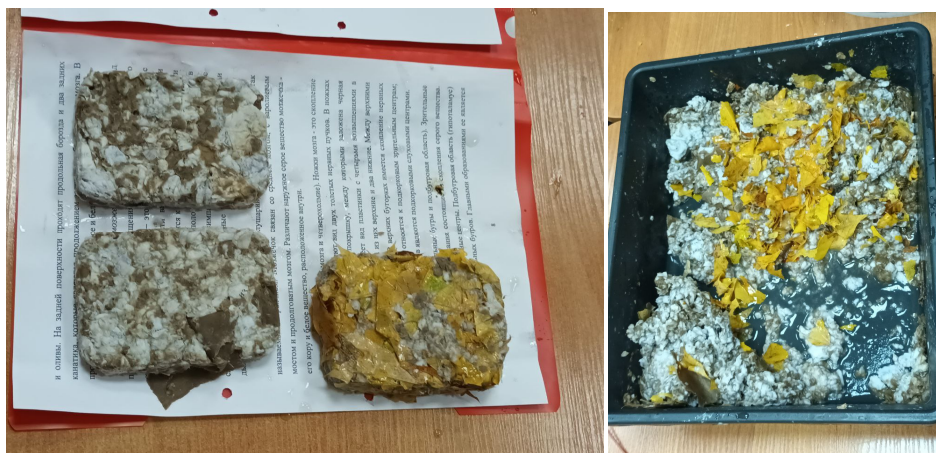


Рис. 1. Брикеты из биотоплива: внешний вид и изготовление нет ссылок на рисунки

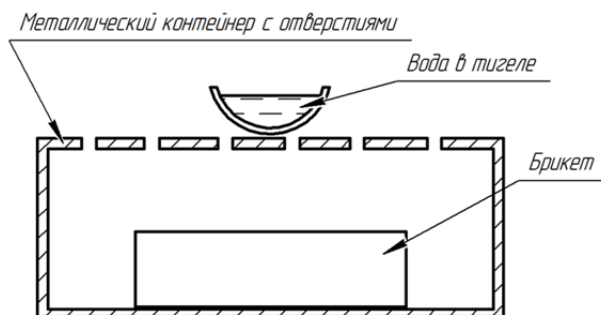


Рис. 2. Установка для проведения эксперимента

Это количество тепла, необходимое для нагрева воды до  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Время горения брикета из бумаги и сухой травы оказалось значительным: через 45 минут с начала эксперимента брикет полностью сгорел. В данном эксперименте определена теплотворная способность биотоплива на основе брикетов из листьев и бумаги. В предыдущих экспериментах показано, что теплотворная способность бумажных брикетов существенно выше, что определяет перспективы применения таких видов биотоплива как альтернативного источника энергии, в первую очередь, в полевых и походных условиях.

## Литература

- [1] Новейшие эффективные технологии и оборудование переработки биомассы. URL: <https://ecology-energy.ru/production/biofuel/> (дата обращения 07.02.2025).

- [2] Жидкое биотопливо из сырья растительного происхождения. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3286> (дата обращения 07.02.2025).
- [3] Биодизель: производство, применение, виды. URL: <https://sfera.fm/articles/mzhi/biodizel-proizvodstvo-primenenie-vidy> (дата обращения 07.02.2025).
- [4] Биотопливо возобновляемой энергетики. URL: <https://www.renwex.ru/ru/ii/biotoplivo/> (дата обращения 07.02.2025).
- [5] Биотопливо. URL: [https://old.bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/3878201](https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/3878201) (дата обращения 07.02.2025).

## Production and study of fuel briquettes properties

Isakieva Renata Vladimirovna<sup>1</sup>

renata.isakieva@gmail.com

Tsaplina Anastasia Vladislavovna<sup>2</sup>

anastasiavtsaplina@yandex.ru

Kusacheva Elena Aleksandrovna<sup>3</sup>

kusachevasa@bmstu.ru

Gorbenko Daniil Nickolaevich<sup>4</sup>

gorbenkodaniil08@gmail.com

<sup>1</sup> Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> Center for the Development of children and Youth Constellation, Kaluga, Russia

<sup>3</sup> MOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

<sup>4</sup> MOU Secondary School No. 46, Kaluga, Russia

*The article considers the state of the issue of using different types of biofuels. An overview of key aspects is presented: production technologies, methods of process intensification and resource potential assessment. The prospects for using biofuels as a renewable and sustainable energy source are shown. Conclusions are made about the need for further research in the direction of minimizing risks and increasing the efficiency of using the energy sources in question, which can be used for heating, power generation and industrial production. The results of our own research on the calorific value of fuel briquettes are presented.*

**Keywords:** biofuel, fuel briquettes, efficiency, thermal energy

УДК 620.92

## Разработка устройства на базе элемента Пельтье для энергообеспечения космических полетов

Титов Артем Сергеевич

МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия

*Работа направлена на создание, экспериментальную апробацию и разработку рекомендаций по применению устройства на базе элементов Пельтье. При подаче электрического напряжения на элемент, одна его сторона становится горячей, вторая — холодной. Элементы активно используются в охлаждающих системах (холодильник, ледогенератор и т. д.) Рассмотрены перспективы применения подобных устройств в наземных условиях и для энергообеспечения космических полетов. Устройство генерирует значительное напряжение и мощность. В случае масштабирования предложенной конструкции возможно получение мощности, необходимой для использования ее в качестве альтернативного источника энергии для энергообеспечения космических полетов.*

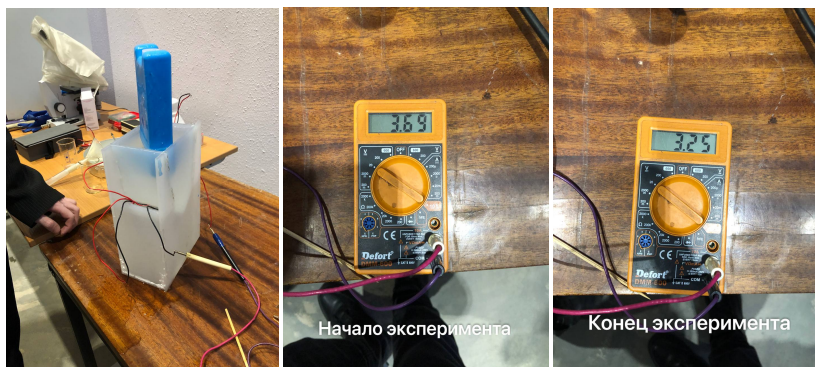
**Ключевые слова:** элемент Пельтье, теплообмен, мощность, космические полеты

В настоящее время в мире нет оптимальной альтернативы солнечным батареям для энергообеспечения космических полетов. Конструкция должна быть надежно закреплена на корпусе космического корабля. Основная задача — это предложить недорогую альтернативную методику использования дополнительных источников энергии на основе надежных полупроводниковых пар — элементов Пельтье. Элемент Пельтье, или термоэлектрический генератор, представляет собой устройство, которое преобразует разницу температур в электрическую энергию. Применение таких элементов в космических полетах открывает интересные возможности для разработки систем энергоснабжения, поскольку в космосе можно использовать температурные градиенты между холодным пространством и горячими частями космического аппарата. Элемент Пельтье работает по принципу термоэлектрического эффекта: когда через два различных проводника (например, полупроводников  $n$ - и  $p$ -типа) пропускается ток, одна из границ этих материалов охлаждается, а другая нагревается. Если на одну сторону элемента Пельтье подается тепло (например, от горячей части аппарата), а на другую сторону — холод (например, от космического пространства), то возникает термоэлектрический эффект, приводящий к созданию электрического тока [1, 2].

Объектом исследования является элемент Пельтье и эффект Зеебека.

В работе поставлены следующие задачи:

- изучить устройство, а также принцип работы элементов Пельтье;
- разработать дизайн и 3D-модель будущего аппарата;
- собрать аппарат, протестировать его на работоспособность;
- сформулировать общий вывод и рекомендации по применению.



**Рис. 1.** Элемент Пельтье. Внешний вид и результаты эксперимента

Внешний вид установки и ход эксперимента приведены на рис. 1.

В экспериментальной части работы мы измеряли температуру в отсеках прибора, где был залит кипяток и холодная вода, охлаждаемая льдом. Замеры проводили непрерывно и фиксировали результаты на разных временных промежутках эксперимента [2]. Результаты измерений приведены в таблице.

#### Результаты эксперимента

Температура воды, °C		Напряжение, В	Время эксперимента, с
горячая	холодная		
67	36	0,8	4
69	29	3,0	20
69	24	3,4	50
69	14	3,7	60
67	10	3,8	120
61	14	3,4	300
54	21	2,7	600
50	25	1,0	900

На следующий день мы повторно собрали аппарат. К проводам от нашего прототипа подключили туристический радиоприемник, который обычно работает от 2 пальчиковых батареек. Радио включилось и работало на протяжении 10 минут. При проведении тестирования засекалось время и на 7-й минуте радио постепенно стало затихать. Мы выявили причину: падение температуры льда и постепенное охлаждение кипятка. На десятой минуте радио окончательно выключилось, однако цели все же достигнуты, а задачи выполнены. Мой самодельный «реактор» можно использовать в зимних походах, чтобы экстренно зарядить телефон и получить электричество будто из воздуха [3]. Вместо кипятка можно использовать горячий чай, который тури-

сты часто берут с собой. Хладагентом может послужить простой снег или лед. На выходе турист получит небольшое напряжение, которым, однако, можно зарядить телефон или, как это сделали мы, запустить радио. Также элементы Пельтье можно размещать на корпусе космических кораблей для решения задачи энергообеспечения космических полетов. В космосе можно использовать большой температурный контраст между горячими частями космического аппарата, например двигателями или солнечными панелями, и холодом, существующим в открытом космосе. Этот температурный градиент может быть использован для работы термоэлектрического генератора на базе элемента Пельтье [4]. Использование термоэлектрических элементов Пельтье для энергоснабжения космических полетов представляет собой перспективное направление для обеспечения автономной и стабильной работы космических аппаратов. Это решение может быть особенно актуально для дальних миссий, например к Марсу или за его пределы, где обычные источники энергии, такие как солнечные панели, могут быть неэффективными из-за расстояния от Солнца. Разработка таких устройств требует внимательного подхода к выбору материалов, конструктивных решений и методов теплоотведения.

## Литература

- [1] Лебединец А.Н., Дорошенко С.А. *Исследование динамики автоматического оружия методом скоростной видеорегистрации*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022, 88 с.
- [2] Алферов В.В. *Конструкция и расчет автоматического оружия*. Москва, Машиностроение, 1977, 248 с.
- [3] *Мировая выработка электроэнергии*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_стран\\_по\\_производству\\_электроэнергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_производству_электроэнергии) (дата обращения 11.02.2025).
- [4] *Энергетика России*. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 11.02.2025).

## Development of a device based on a Peltier element for power supply of space flights

Titov Artem Sergeevich

MBOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

*The work is aimed at the creation, experimental testing and development of recommendations for the use of a device based on Peltier elements. When applying electrical voltage to the element, one side becomes hot, the other — cold. Elements are actively used in cooling systems (refrigerators, ice generators, etc.) The prospects for using such devices in terrestrial conditions and for power supply of space flights are considered. The device generates significant voltage and power. In case of scaling the proposed design, it is possible to obtain the power necessary for using it as an alternative energy source for power supply of space flights.*

**Keywords:** Peltier element, heat exchange, power, space flights



УДК 581.5

## Исследование условий освещенности на рост растений

Нижник Майя Игоревна

maya858858@gmail.com

МОУ «СОШ № 30», Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние различных спектров видимого света на рост кресс-салата «Витаминчик». Представлено исследование, проведенное в условиях, исключающих солнечное освещение, с использованием четырех типов света: красного, белого, синего и зеленого. Показано, что синий свет способствует наилучшей всхожести и здоровью растений, в то время как красный и зеленый свет оказывают негативное влияние на рост. Белый свет продемонстрировал средние результаты. Сделаны выводы о важности выбора спектра света для оптимизации роста растений. Результаты могут быть применены для дальнейших исследований в области агрономии и улучшения методов культивирования.*

**Ключевые слова:** видимый свет, фотосинтез, спектры света, рост растений, кресс-салат

Как известно, процесс формирования и величина биологической продукции растений — в посевах и насаждениях — обусловлены фотосинтетической деятельностью, совершаемой за счет поглощаемой лучистой энергии Солнца. Солнечная радиация — часть лучистой энергии Солнца, поступающая к Земле от видимого диска Солнца в виде почти параллельных лучей [1]. Она служит источником энергии, которую растения используют в процессе фотосинтеза для создания ими органического вещества, оказывает существенное влияние на развитие растений (формирование органов, образование урожая, продолжительность вегетаций) [2]. В ее состав входят ультрафиолетовое, инфракрасное и световое излучения [3]. Ультрафиолетовая радиация замедляет рост, но ускоряет формирование репродуктивных органов, тогда как инфракрасная радиация влияет на рост и развитие растений за счет теплового эффекта. Ключевое значение имеет участок видимого спектра, называемый фотосинтетической активной радиацией (ФАР) и используемый для фотосинтеза и других важных биологических процессов культур. Однако спектр, который воспринимают растения, отличается от видимого спектра. Наиболее значимые для растения синий (450 нм) и красный (660 нм) части спектра, а зеленый цвет они либо отражают, либо пропускают [4]. По этой причине зеленый свет используется листьями с наименьшей эффективностью. По отношению к интенсивности солнечной радиации растения делятся на две категории: светлюбивые и теневыносливые [2]. С ростом эффективности света у всех видов растений ускоряется процесс фотосинтеза.

Изучение влияния различных спектров света на рост и развитие растений имеет как теоретическое, так и практическое значение. Цель данной исследовательской работы заключается в изучении и подтверждении влияния освеще-

щения на рост и развитие растений. В рамках практической части была создана экспериментальная установка, проведены наблюдения по влиянию различных частей спектра видимого света на рост и развитие растений на примере кресс-салата, а также сделаны выводы по результатам наблюдения за экспериментом.

При создании экспериментальной установки был использован металлический стеллаж с четырьмя полками (отсеками), который был установлен в темном помещении, без попадания лучей солнечного света. На каждой полке было организовано освещение разных частей спектра видимого света: красного, белого, синего и зеленого. Для эксперимента был выбран кресс-салат «Витаминчик», поскольку данное растение отличается быстрой всхожестью и ростом, что позволяет провести в короткие сроки серию экспериментов и исследовать влияние различных частей видимого спектра на рост и развитие. В ходе эксперимента измерялся рост растений с помощью линейки и оценивалось визуальное состояние растения.

В первом эксперименте было высеяно в каждый контейнер по 12 семян. Первые всходы появились на 4-й день под красным и зеленым светом. Эксперимент длился 6 дней со дня появления первого всхода. В ходе эксперимента мною были проведены замеры выросших растений и оценка их внешнего состояния. Растения под красным светом быстро выросли, но на 4-й день начали погибать. Из 12 семян взошли 4, два из которых впоследствии пожелтели и погибли. Растения, освещенные белым светом, не взошли. Растения, освещенные синим светом, взошли на 8 дней от начала эксперимента, дали хороший равномерный рост, вид растений здоровый, светло-зеленого оттенка. Из 12 семян взошли 9, погибших нет. Растения, освещенные зеленым светом, быстро взошли и дали хороший рост, но на 4-й день начали погибать. Вид растений здоровый, светло-зеленого оттенка. Из 12 семян взошли 6, 2 растения погибли.

Поскольку в первом эксперименте не было всходов под белым светом, я решила провести второй эксперимент и высеять большее количество семян (примерно по 200 семян) в каждый контейнер. Растения, освещенные красным светом, дали всхожесть на 4-й день от начала эксперимента. На 3-й день после всхода начали желтеть и погибать. 12 растений взошли, 8 погибли. Растения, освещенные белым светом, взошли на 5-й день от начала эксперимента, дали небольшой равномерный рост. Вид растений здоровый, ярко-зеленого оттенка. 10 растений взошли, 4 погибли. Растения, освещенные синим светом, взошли на 3-й день от начала эксперимента, дали хороший равномерный рост. Вид растений здоровый, листья хорошо раскрыты, светло-зеленого оттенка. 29 растений взошли, 13 погибли. Растения, освещенные зеленым светом, взошли на 5-й день от начала эксперимента, дали хороший рост. Листья у растений не раскрывшиеся, светло-зеленого оттенка. 16 растений взошли, 5 погибли.

По результатам наблюдений за экспериментом можно сделать вывод, что цвет освещения (часть спектра видимого света) влияет на рост и развитие

растений. Эксперимент показал, что лучше всего всхожесть была под синим и зеленым спектром света, однако дальнейший рост и развитие хорошо проявился лишь под синим спектром света и белом освещении. Синий спектр видимого света оказался самым благоприятным для роста и развития.

В ходе данной исследовательской работы было установлено, что спектр видимого света значительно влияет на всхожесть, рост и развитие растений. Эти результаты подтверждают теоретические предпосылки о том, что растения адаптированы к восприятию определенных спектров, что влияет на фотосинтез и другие физиологические процессы. Выводы, полученные в ходе исследования, подчеркивают важность выбора оптимального спектра света для выращивания растений, что может быть полезно в научных или практических агрономических приложениях.

### Литература

- [1] Тооминг Х.Г. *Солнечная радиация и формирование урожая*. Ленинград, Гидрометеиздат, 1977, с. 12
- [2] Серякова Л.П. *Метеорологические условия и растения*. Ленинград, Гидрометеиздат, 1971, с. 3–4.
- [3] Шульгин И.А. *Солнечная радиация и растение*. Ленинград, Гидрометеиздат, 1967, с. 79.
- [4] Воскресенская Н.П. *Фотосинтез и спектральный состав света*. Москва, Наука, 1965, с. 25.

## Investigation of illumination conditions on plant growth

Nizhnik Maya Igorevna      maya858858@gmail.com

MOU Secondary School No. 30, Kaluga, Russia

*The influence of different spectra of visible light on the growth of cress “Vitaminchik” is considered. The study conducted under conditions excluding solar illumination using four types of light: red, white, blue and green is presented. Blue light was shown to promote the best germination and plant health, while red and green light had negative effects on growth. White light showed average results. Conclusions are drawn on the importance of light spectrum selection in optimizing plant growth. The results can be applied to further research in agronomy and improvement of cultivation methods.*

**Keywords:** *visible light, photosynthesis, light spectra, plant growth, watercress*

УДК 574.24

## Влияние антибиотиков на рост и развитие растений редиса

Доронов Иван Алексеевич

ivandoronov9@gmail.com

МБОУ «СОШ № 13», Калуга, Россия

*Антибиотики представляют собой одно из главных открытий прошлого века, которое существенно изменило методы лечения большинства инфекций. Известно, что антибиотики имеют все свойства, которыми должны обладать лечебные препараты, применяющиеся в растениеводстве, что дает положительный экономический эффект. Также известно, что применение антибиотиков должно производиться в строго выверенной концентрации. Был проведен эксперимент, в котором изучено воздействие антибиотика «Цефтриаксон», бактерицидного антибиотика группы цефалоспоринов, на рост и развитие растения «редис».*

**Ключевые слова:** антибиотик, цефалоспорины, применение антибиотиков, редис, растение

Антибиотики (от антич... и греч. βίος — жизнь) — большая группа лекарственных средств, являющихся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, а также продуктами химической модификации этих веществ [1]. Большинство популярных антибиотиков производятся бактериями или грибами. Они же имеют сами устойчивость к антибиотику и обеспечивают себе превосходство по отношению к другим бактериям. Антибиотики представляют собой одно из главных открытий прошлого века, которое существенно изменило методы лечения большинства инфекций [2].

Цефтриаксон — цефалоспориновый антибиотик III поколения предназначен для парентерального введения. Оказывает бактерицидное действие. Обладает широким спектром действия в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов. Фармакотерапевтическая группа: антибиотик-цефалоспорин [36 4].

Для эксперимента был выбран антибиотик «Цефтриаксон», так как он является бактерицидным антибиотиком группы цефалоспоринов, удобно упакован и хорошо растворяется в воде. Растение редис выбрано как наиболее доступное, также не было найдено подобных описанных экспериментов с редисом, потому что это исследование актуально. Целью эксперимента было изучить влияние антибиотика «Цефтриаксон» на всхожесть и рост редиса.

Проект осуществлялся в домашних условиях с использованием подручных средств. Растения были расположены на подоконнике для обеспечения поступления наибольшего количества солнечного света. Растения, участвовавшие в эксперименте, росли в абсолютно одинаковых условиях: температурный режим, поступление света и влаги. Посадка растений проходила в одинаковое время, в одинаковых условиях, в каждом контейнере по 14 рас-

тений. Наблюдение и уход за растениями осуществлялись в период с 10 октября 2024 г. по 30 декабря 2024 г., всего 82 дня.

10 октября 2024 г. был начат эксперимент. В пластиковые контейнеры был насыпан грунт, обогащенный питательными минералами. В контейнеры посадили одинаковое количество семян редиса одного сорта.

Семена были высажены в хорошо увлажненную почву. Для чистоты эксперимента было соблюдено равное расстояние и посадка на одинаковую глубину. Далее семена засыпались землей и сверху опрыскивались водой при помощи пульверизатора. На протяжении всего времени проводились наблюдения за состоянием почвы и при необходимости увлажнение ее водой.

Редис взошел 12 октября, и в первую неделю после посадки полив растений производился чистой водой. Было решено, что применение антибиотиков тогда, когда растения еще даже не отрастили первые настоящие листья будет губительно для всходов. После того, как растения взошли 7 дней полив производился чистой водой.

20 октября, когда растения подросли, окрепли и появились настоящие листья было решено, что во всех контейнерах всходы редиса необходимо поливать водой с разведенным в ней антибиотиком «Цефтриаксон», но будут использоваться разные дозировки препарата для каждого контейнера.

Разводим антибиотик «Цефтриаксон» в условно обозначенной концентрации 1. В контейнере № 1 — концентрация составила 0,5 г/л, в контейнере № 2 — концентрация составила 1 г/л, в контейнере № 3 — концентрация составила 2 г/л, в контейнере № 4 — полив без антибиотиков (контрольный контейнер). Полив производился 2 раза в неделю, по воскресеньям и средам, в количестве 100 мл на контейнер.

Спустя 23 дня стало понятно, что концентрация, которую была выбрана для полива растений не имеет эффекта, растения в контейнерах 1, 2, 3 в сравнении с растениями в контейнере контрольной группы практически ничем не отличались.

Затем было принято решение увеличить концентрацию антибиотика в растворах для полива. Антибиотик «Цефтриаксон» был разведен в условно обозначенной концентрации 2. И с 13 ноября производился полив растений в контейнерах 1, 2, 3 новой концентрацией, увеличив количество антибиотика в растворах в 2 раза. В контейнере № 1 — концентрация составила 1 г/л, в контейнере № 2 — концентрация 2 г/л, в контейнере № 3 — концентрация составила 4 г/л, в контейнере № 4 — продолжил полив без антибиотиков (контрольный контейнер). Полив производился 2 раза в неделю, по воскресеньям и средам, в количестве 100 мл на контейнер.

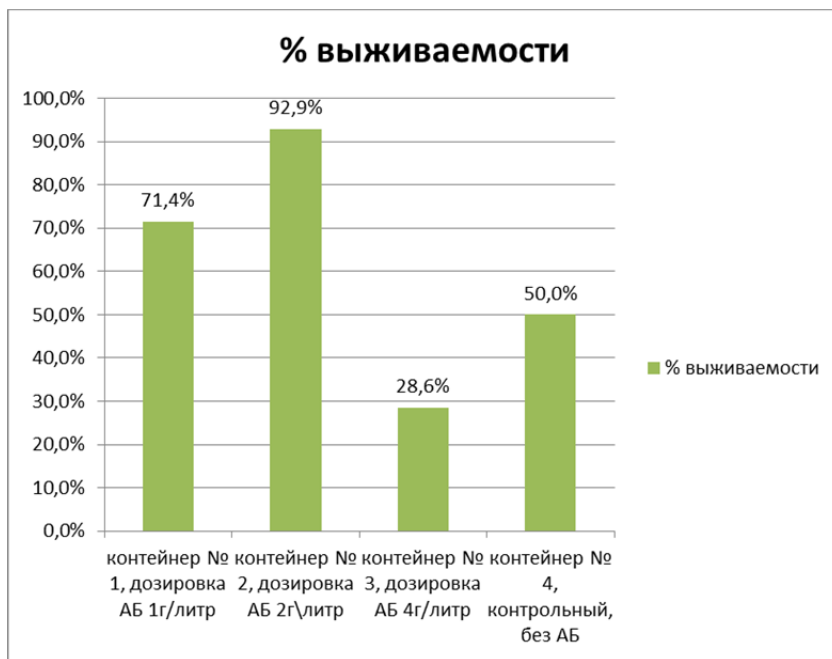
Спустя 9 дней, 21 ноября (было произведено 3 полива), было замечено, что листья стали менять форму. В контейнере № 3 они сильно вытянулись и стали овальными. В контейнерах № 1 и 2 они практически не отличались от листьев в контейнере № 4 (контрольная группа).

Было принято решение продолжать полив растений в прежней концентрации до 30 декабря, за это время растения стали менять окраску, в кон-

трольном контейнере № 4 растения «вытянулись». Во всех контейнерах листья пожелтели, стали «чахлыми», но в контрольном контейнере № 4 менее всего.

После увеличения концентрации антибиотика «Цефтриаксон» у растений на листьях появились желтоватые пятна, форма листа изменилась (из округлой в овальную). Также изменилось количество растений, чем больше была концентрация антибиотиков, тем больше растений погибло. Вероятно, это произошло из-за того, что на земле оставалась часть антибиотиков, которые не могли раствориться и в итоге образовали «защитную пленку», которая была замечена очень поздно, после чего она была удалена. Растения заметно вытянулись, «легли» на землю, спутались. Количество растений в контейнере № 3 уменьшилось, почти все растения погибли, постепенно отгнивая от корня.

30 декабря было принято решение эксперимент завершить. Подсчитано количество оставшихся растений в контейнерах, тем самым произведено вычисление выживаемости растений при определенных концентрациях антибиотика «Цефтриаксон» (см. рисунок).



Процент выживаемости растений при заданной дозировке антибиотика

В результате эксперимента было установлено, что антибиотик «Цефтриаксон», с одной стороны, положительно влияет на рост и развитие растений, если он используется в умеренной концентрации, но, с другой стороны, если концентрация увеличивается, то выживаемость резко снижается. Стало понятно, что

данный антибиотик неоднозначно влияет на образование корней у растений, что следует из выявленной закономерности: чем больше концентрация антибиотика, тем больше длина корня. Небольшая концентрация антибиотика «Цефтриаксон» не стимулирует рост корневой системы растений.

## Литература

- [1] *Антибиотики. Большая российская энциклопедия.* URL: <https://bigenc.ru/c/antibiotiki-619e1a> (дата обращения 08.02.2025).
- [2] Акбаров А.Т. Токсическое действие антибиотиков и свойства. *Research Focus*, 2023, vol. 2, iss. 1, pp. 364–368.
- [3] *Регистр лекарственных средств России.* URL: <https://www.rlsnet.ru/drugs/ceftriaxon-16848> (дата обращения 08.02.2025).
- [4] Гаузе Г.Ф. *Лекции по антибиотикам.* Москва, Изд-во АН СССР, 1958.

## Effect of antibiotics on the growth and development of radish plants

**Doronov Ivan Alekseevich**

[ivandoronov9@gmail.com](mailto:ivandoronov9@gmail.com)

*MBOU Secondary School No. 13, Kaluga, Russia*

*Antibiotics are one of the major discoveries of the last century, which have significantly changed the methods of treating most infections. It is known that antibiotics have all the properties that medicinal preparations used in plant growing should have, which gives a positive economic effect. It is also known that antibiotics should be used in a strictly calibrated concentration. An experiment was conducted in which the effect of the antibiotic "Ceftriaxone", a bactericidal antibiotic of the cephalosporin group, on the growth and development of the plant "radish" was studied.*

**Keywords:** *antibiotic, cephalosporins, antibiotic use, radish, plant*

УДК 620.3

## Исследование влияния акридина на коррозию стали Ст-3 в кислотах

Фисенко Павел Вадимович<sup>1</sup>

12avtopribor@mail.ru

Калашнюк Людмила Владимировна<sup>2 1</sup>

gimn\_24@adm.kaluga.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup>

ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «Гимназия 24», Калуга, Россия<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП «Региональный центр одаренных детей» Калужской области), Калуга, Россия

*Рассмотрен один из методов борьбы с коррозией металлов, а именно использование веществ-ингибиторов. В качестве ингибитора изучен акридин. Выявлено влияния акридина на снижение скорости коррозии металлов в кислой среде в растворах соляной и серной кислот пяти разных концентраций и возможные химические превращения, происходящие с ингибитором в объеме раствора и на поверхности металла. Изучено влияние температуры на ингибиторные свойства акридина, акридин отнесен к термически не устойчивым ингибиторам.*

**Ключевые слова:** коррозия, Ст-3, акридин, ингибиторные свойства

Жизнь человека без металлов невозможна. Металлы и их сплавы являются наиболее важными конструкционными материалами. Но, к сожалению, очень часто под воздействием окружающей среды поверхность металла самопроизвольно разрушается, вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с окружающей средой. Процесс самопроизвольного разрушения металлов под воздействием окружающей среды называют коррозией [1]. Одни из методов борьбы с коррозией является использование ингибиторов, в том числе и акридина [2]. Цель исследования: выяснение влияния акридина на снижение скорости коррозии в кислой среде и возможные химические превращения, происходящие с ингибитором в объеме раствора и на поверхности металла, т. е. механизм ингибирования растворения стали Ст-3 акридином. Задачи исследования: 1) применить весовой метод определения скорости коррозии; 2) сравнить влияние акридина на коррозию стали Ст-3 в растворах соляной кислоты и серной кислоты; 3) определить влияние температуры на эффект ингибирования. Гипотеза исследования: можно предположить, что влияние акридина на коррозию Ст-3 в кислотах определяет качественная характеристика эффективности ингибитора как средства, уменьшающего скорость коррозии. Теоретическая значимость работы заключается в эффективных способах борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах. Практическая значимость: полученные данные исследования могут найти применение в дальнейших разработках коррозионных свойств акридина на производствах.



Коррозионные испытания проводились на образцах из Ст-3 с помощью весовой методики [3, 4]. Растворы готовились на дистилляте из соляной кислоты и серной кислоты (2, 4, 6, 8, 11 моль/л). Постоянные температуры поддерживались при помощи термостатирования коррозионных сосудов в термостате. Скорость коррозии измерялась в термостабильных условиях при температуре 20 °С в специализированных стеклянных коррозионных сосудах и стеклянных стаканчиках на 50 мл. Для выявления эффективности действия ингибиторов коррозии определяли коэффициент торможения коррозии и эффективность ингибитора. Время опыта составляло 2 ч. Для определения скорости коррозии находили разность масс вещества до погружения образцов в агрессивную среду (с ингибитором и без него) и после окончания опыта, площадь пластинки и время опыта. Перед взвешиванием образец подвергался очистке наждачной бумагой от оксидного слоя. После этого проводилось обезжиривание и удаление металлической пыли обработкой образца ацетоном.

Для опытов с соляной кислотой наибольшее значение коэффициента торможения и степени защиты наблюдается в 4-х молярной соляной кислоте. В опытах с серной кислотой наблюдается значительное возрастание скорости коррозии стали с увеличением концентрации кислоты.

Важным моментом в использовании различных видов ингибиторов является изучение влияния температуры на их защитное действие, так как очень часто промышленные ингибиторы используются при повышенных температурах. Было рассмотрено влияние температуры на скорость коррозии Ст-3 в 4-х молярной HCl в интервале температур от 20 до 90 °С, так как именно эти условия чаще всего встречаются в производстве. Повышение температуры приводит к увеличению скорости коррозии стали в HCl исследованной концентрации, как в присутствии акридина, так и без него. Значения коэффициента торможения при переходе от 20 к 40 °С понижается, в интервале 40–80 °С слабо меняется, при дальнейшем увеличении температуры до 90 °С защитное действие заметно снижается. При изучении влияния температуры на ингибиторные свойства акридина выявили, что ингибитор термически не устойчив. Он работает в интервале температур от 20 до 80 °С, причем при переходе от 20 к 40 °С наблюдается спад защитного действия на 20,3 %. В интервале 40–80 °С коэффициент торможения от температуры практически не зависит. При увеличении температуры происходит резкий спад значения коэффициента торможения до 1, т. е. акридин теряет свои ингибиторные свойства. Из проведенных опытов следует, что акридин является ингибитором низкотемпературного действия.

В ходе исследования применили весовой опыт, сравнили ингибиторные свойства акридина в растворах соляной кислоты и серной кислоты на поверхности металла, определили влияние температур на эффект ингибирования.

## Литература

- [1] Перельгин Ю.П., Лось И.С., Киреев С.Ю. *Коррозия и защита металлов от коррозии*. Пенза, Изд-во ПГУ, 2015, 88 с.
- [2] Химик. Акридин. URL: <https://xumuk.ru/encyklopedia/88.html> (дата обращения 18.10.2024).
- [3] Деева Э.Г. *Сравнительный анализ противогриппозной активности соединений ряда азо-лоазинов, флуоренов и акридонов*. Автореф. канд. ... мед. наук. Санкт-Петербург, 2000, с. 16–22.
- [4] Россина Н.Г., Попов Н.А., Жилиякова М.А., Корелин А.В. *Коррозия и защита металлов. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов*. Екатеринбург, Изд-во Урал. Ун-та, 2019, 108 с.

## Investigation of the effect of acridine on corrosion of steel - 3 in acids

Pavel Vadimovich Fisenko<sup>1</sup>

12avtopribor@mail.ru

Kalashnyuk Lyudmila Vladimirovna<sup>2 1</sup>

gimn\_24@adm.kaluga.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Gymnasium No. 24, Kaluga, Russia

<sup>3</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*One of the methods of combating metal corrosion, namely the use of inhibitory substances, is considered. Acridine has been studied as an inhibitor. The effects of acridine on reducing the rate of corrosion of metals in an acidic environment in solutions of hydrochloric and sulfuric acids of five different concentrations and possible chemical transformations occurring with the inhibitor in the volume of the solution and on the metal surface were revealed. The effect of temperature on the inhibitory properties of acridine has been studied, and acridine is classified as a thermally unstable inhibitor.*

**Keywords:** corrosion, steel-3, acridine, inhibitory properties

УДК 628.1

## Исследование качества воды в вендинговых аппаратах

Онбаева Дарина Ерлановна<sup>1</sup> stesnik@yandex.ru

Демидов Владимир Иванович<sup>1</sup> stesnik@yandex.ru

Тесник Юлия Валерьевна<sup>2</sup> ytesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> МБОУ «СОШ № 21», Калуга, Россия

<sup>2</sup> ГАУ КО «Центр Развитие» (СП «Региональный центр одаренных детей» Калужской области), Калуга, Россия

*Рассмотрено качество воды в вендинговых аппаратах города Калуги. Исследованы пять образцов питьевой воды на предмет органолептических свойств (цвет, запах, вкус, прозрачность) и химического состава. Подобраны методики исследования, которые позволили определить пригодность воды. Выявлено, что полученные при исследовании данные свидетельствуют о высоком качестве воды из вендинговых аппаратов. На основании результатов исследования экспериментальным путем была доказана пригодность использования исследуемой воды в качестве питьевой.*

**Ключевые слова:** питьевая вода, химические вещества, загрязнение воды, качество водоснабжения

Исследование качества воды в вентиляционных и климатических установках (вендинговых аппаратах) является важной частью обеспечения здоровья и безопасности людей, а также поддержания нормальных условий работы этих систем. Вентиляционные аппараты часто используют воду в процессе охлаждения или увлажнения воздуха, если вода в таких системах загрязнена, это может привести к распространению различных заболеваний, таких как легионеллез, а также негативно сказаться на эффективности работы системы.

Вопросы, связанные с качеством питьевой воды, всегда были и продолжают оставаться одними из самых важных аспектов охраны общественного здоровья [1]. В условиях урбанизации и стремительного роста потребления бутилированной воды использование вендинговых аппаратов становится все более популярным способом получения питьевой воды. Однако, несмотря на широкое распространение этих устройств, вопросы относительно их надежности и безопасности остаются актуальными.

Цель исследования: провести комплексный анализ качества воды, продаваемой через вендинговые аппараты, и оценку ее соответствия установленным санитарным нормам и стандартам. Задачи: 1) изучить органолептические (цвет, запах, вкус, прозрачность) и химические показатели качества воды; 2) дать анализ и оценку полученным результатам; 3) сформулировать и оформить отчет о влиянии питьевой воды на здоровье человека, разработать рекомендации по улучшению качества воды.

Объект исследования: вода из пяти вендинговых аппаратов. Предмет исследования: физико-химические свойства воды. Гипотеза: качество воды в вендинговых аппаратах можно назвать «сомнительным».

На первом этапе произведен отбор проб воды из различных вендинговых аппаратах, расположенных недалеко от МБОУ «СОШ № 21» (г. Калуга). На втором этапе проведено исследование органолептических (цветность, характер и интенсивность запаха, вкус и привкус, мутность) и химических показателей воды (водородный показатель, уровень минерализации, карбонатную жесткость воды, наличие хлорид-ионов, сульфат-ионов, ионов железа, нитрат-ионов). Для исследования мы использовали классические методики (фильтрация, визуальную оценку цветности питьевой воды, измерение высоты столба воды с использованием шрифта Снеллена, методика на основании шкалы силы запаха), а также тестер качества воды и учебный кейс с реактивами для анализа воды [2–5]. Для определения карбонатной жесткости использовали метод кислотно-основного титрования, определение содержания железа основано на реакции пероксида водорода и роданида аммония, для определения водородного показателя используем колориметрический метод.

По итогам проведенных экспериментов получили, что органолептические показатели всех анализируемых образцов воды (цветность, характер и интенсивность запаха, вкус и привкус, мутность) находятся в одном диапазоне: запах не ощущается или запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды), запах естественного происхождения, вода бесцветная, вкус и привкус не ощущается, pH от 6,9 до 7,3, мутность нитрат-ионы отсутствуют, содержание железа от 0,1 до 0,25 мг/л, сульфат-ионов — от 100 до 150 мг/л, жесткость от 2,1 до 2,9.

Проанализировали полученные показатели 5 образцов воды в трех повторных опытах. Сравнили полученные результаты с нормами ГОСТ [6] и СанПиН. По итогам сравнения все образцы соответствовали нормам ГОСТ и СанПиН. Полученные при исследовании данные свидетельствуют о высоком качестве воды из вендинговых аппаратов. На основании результатов исследования экспериментальным путем была доказана пригодность использования водопроводной воды в качестве питьевой. Цели и задачи исследования достигнуты. Гипотеза не подтвердилась.

Контроль качества воды в вентиляционных и климатических системах имеет ключевое значение для обеспечения безопасности и здоровья пользователей этих систем. Регулярные исследования воды, включающие как физико-химический, так и микробиологический анализ, помогут избежать распространения инфекций и других заболеваний, а также поддержат оптимальную работу оборудования.

## Литература

- [1] Исаев Д.С. Анализ загрязнений воды. *Химия в школе*, 2001, № 5, с. 77.
- [2] Харьковская Н.Л., Асеева З.Г. Анализ воды из природных источников. *Химия в школе*, 1997, № 3, с. 72.

- [3] Шестакова Л.Г., Коробейникова Л.А. Мониторинг родников на межпредметной основе. *Химия в школе*, 2000, № 5, с. 52.
- [4] Томина Г.А., Сазонова Е.И. *Исследование качества питьевой воды в городской и сельской местности*. Краснодар, ГБУ ДО КК ЭБЦ, 2021, 61 с.
- [5] Кузнецов А.П., Власовец Н.А. Исследование качества питьевой воды. *Юный ученый*, 2022, т. 1, № 3 (55), с. 28–31.
- [6] ГОСТ Р 51232–98. *Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества*. Москва, Стандартинформ, 2010, 21 с.

## Investigation of water quality in vending machines

Onbayeva Darina Yerlanovna<sup>1</sup>

stesnik@yandex.ru

Demidov Vladimir Ivanovich<sup>1</sup>

stesnik@yandex.ru

Tesnick Julia Valeryevna<sup>2</sup>

dtesnik@yandex.ru

<sup>1</sup> MBOU Secondary School No. 21, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> GAU CO Center for Development (Regional Center for Gifted Children of Kaluga region), Kaluga, Russia

*The quality of water in vending machines in Kaluga is considered. Five samples of drinking water were examined for organoleptic properties and chemical composition. Research methods have been selected to determine the suitability of the water. It was revealed that the data obtained during the study indicate a high quality of water from vending machines. Based on the results of the study, the suitability of using the studied water as drinking water was experimentally proved.*

**Keywords:** drinking water, chemicals, water pollution, quality of water supply

УДК 543.3

## Оценка качества воды Яченского водохранилища в г. Калуге

Мугавов Шахрудин Исламдинович

mugavov@mail.ru

МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия

*Представлена оценка воды Яченского водохранилища в г. Калуге по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям с последующим сравнением с ПДК СанПин 2.1.3684-21 и данными научной статьи. Это позволит оценить экологическое состояние воды на настоящий момент. Оценка качества воды в Яченском водохранилище является важной задачей для обеспечения безопасности водоснабжения и защиты экосистемы водоема. Регулярные исследования и мониторинг помогут своевременно выявлять загрязнения и предпринимать необходимые меры для улучшения состояния водоема.*

**Ключевые слова:** Яченское водохранилище, ПДК СанПин, «Калужский областной водоканал», ГП «Калугаоблводоканал» и ГМП «Энергетик», «Экоаналитика», содержание ионов, санитарно-эпидемиологическая станция

Яченское водохранилище является важным природным и рекреационным объектом Калуги [1], однако антропогенное воздействие [2], а также загрязнение поверхностными водами и реками (основными загрязнителями называют «Калужский областной водоканал», ГП «Калугаоблводоканал» и ГМП «Энергетик») [3] приводит к ухудшению качества воды. Применение химических удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве может привести к попаданию нитратов и фосфатов в водоем, что способствует эвтрофикации. Неправильная утилизация сточных вод и выбросы загрязнителей в водоем могут быть источником химических и бактериологических загрязнений. Местные источники загрязнения, такие как несанкционированные свалки, могут привести к попаданию в водоем тяжелых металлов и органических загрязнителей. Использование водохранилища в качестве места отдыха может привести к загрязнению воды органическими веществами, такими как масло, химикаты для очистки, а также биологическими отходами.

Оценка состояния водоема необходима для разработки мер по его охране и улучшению. Оценка качества воды в Яченском водохранилище города Калуги требует комплексного подхода, включающего как физико-химические, так и микробиологические исследования. Яченское водохранилище служит важным источником водоснабжения для города Калуга, поэтому его состояние напрямую влияет на качество водных ресурсов для населения, а также на экосистему в целом.

Несмотря на то что ежегодно «Экоаналитика» проводит мониторинг экологической обстановки на территории Калуги [4], последний доступный доклад на их сайте датирован 2022 годом и не содержит конкретных данных по показателям воды Яченского водохранилища. Единственная статья с данны-

ми по водоему найдена за 2019 г. [5], и именно ее результаты были использованы для сравнительного анализа. Это подчеркивает актуальность самостоятельного исследования состояния водоема.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить и проанализировать литературу;
- провести анализ воды по органолептическим (запах, цветность, мутность), физико-химическим (минерализация, электропроводность, pH, общая жесткость, содержание ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) и микробиологическим показателям;
- провести сравнительный анализ с нормативами ПДК СанПин и предыдущими исследованиями;
- сделать выводы о состоянии водоема и опасности для здоровья человека.

Анализ органолептических показателей выявил слабую мутность воды при отсутствии выраженного цвета и запаха. Физико-химический анализ показал соответствие большинства параметров нормативным значениям, за исключением превышения предельно допустимых концентраций по ионам  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{NO}_3^-$ , что указывает на возможное промышленное загрязнение. Уровень хлорид-ионов не превышает ПДК, уровень pH не сильно отличается от значений, приведенных в научной статье, что указывает на стабильность данного показателя. Можно сделать вывод, что результаты подчеркивают необходимость регулярного мониторинга и мер по снижению антропогенного влияния.

Микробиологический анализ и анализ в санитарно-эпидемиологической станции выявил присутствие в воде таких условно-патогенных микроорганизмов, как бактерии группы кишечной палочки, стрептококков, стафилококков, клебсиелл.

В заключение можно сказать, что вода Яченского водохранилища по химическим показателям в целом безопасна, но обнаружено превышение по ионам металлов и нитрат-ионам. Основную опасность представляют выявленные микроорганизмы, что указывает на необходимость мер по очистке водоема.

Для улучшения качества воды необходимо проводить:

- регулярный мониторинг: организация постоянного мониторинга качества воды в водохранилище с использованием современных приборов и технологий для выявления загрязнений на ранних стадиях;
- улучшение очистных сооружений: реконструкция и модернизация очистных сооружений для улучшения качества воды и минимизации загрязнений;
- контроль за сельскохозяйственными отходами: введение более строгих норм по использованию удобрений и пестицидов, а также создание систем для их утилизации;
- просвещение и контроль за деятельностью людей: обучение населения и отдыхающих правильному обращению с отходами и соблюдению экологических норм.

Оценка качества воды в Яченском водохранилище является важной задачей для обеспечения безопасности водоснабжения и защиты экосистемы водоема. Регулярные исследования и мониторинг помогут своевременно выявлять загрязнения и предпринимать необходимые меры для улучшения состояния водоема.

## Литература

- [1] *Водохранилище*. URL: <https://bigenc.ru/c/vodokhranilishche-aefffe> (дата обращения 27.11.2024).
- [2] *Из-за разлива канализации Яченскому водохранилищу нанесен ущерб на 800 тысяч рублей. «Калуга-Поиск»*. URL: <https://www.kaluga-poisk.ru/news/ekologiya/iz-za-razliva-kanalizatsii-yachenskomu-vodokhranilishchu-nanesen-uscherb-na-800-tysyach-rublei> (дата обращения 27.11.2024).
- [3] *Очистка Яченского водохранилища: 15 лет обещаний и 28 миллионов за подрезанные кусты и деревья. «Рыбком. Рыболовные новости»*. URL: [https://fishcom.online/news/ecology/130520\\_ochistka\\_yachenskogo\\_vodokhranilishcha\\_15 лет\\_obeshchaniy\\_i\\_28\\_mill.html](https://fishcom.online/news/ecology/130520_ochistka_yachenskogo_vodokhranilishcha_15 лет_obeshchaniy_i_28_mill.html) (дата обращения 27.11.2024).
- [4] *Экология Калуги и Калужской области*. URL: <https://ecoanalyt.ru/ecology-kaluga/> (дата обращения 15.12.2024).
- [5] Лыков И.Н., Лобода Н.Б., Кубо Е.Э. Геоэкологические особенности Яченского водохранилища города Калуги. *Проблемы региональной экологии*, 2019, № 4, с. 64–68.

## Assessment of the water quality of the Yachenskoye reservoir in Kaluga

Mugavov Shahrudin Islamdinovich   mugavov@mail.ru

*School № 6 after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia*

*The assessment of the water of the Yachensky reservoir in Kaluga by organoleptic, physico-chemical, and microbiological parameters is presented, followed by comparison with the MPC SanPiN 2.1.3684-21 and the data of the scientific article. This will allow us to assess the ecological state of the water at the moment.*

**Keywords:** *Yachenskoye reservoir, MPC SanPiN, Kaluga Regional Vodokanal, SE Kalugaoblvodokanal and GMP Energetik, Ekoanalytika, ion storage, sanitary and epidemiological station*



УДК 616.5-008.81 + 687.5

## Влияние внешних и внутренних факторов на состояние волос

Хрусталева Полина Алексеевна      xrusttpolina@gmail.com

МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия

*Рассмотрено влияние внешних и внутренних факторов на состояние волос, включая их микроскопическое строение и химический состав. Представлены данные о воздействии окружающих и внутренних процессов организма на структуру и свойства волос. Показано, что изменения в химическом составе и прочности волос могут служить маркерами различных патологий. В ходе исследования проведены эксперименты, включающие анализ состава волос, оценку их механической устойчивости, а также заболеваний на их состояние. Сделаны выводы о взаимосвязи между состоянием волос и общим здоровьем организма. Полученные данные можно применять для разработки методов диагностики, что в перспективе упростит выявление заболеваний.*

**Ключевые слова:** волосы, микроскопическое строение, химический состав, внешние факторы, внутренние факторы, диагностика, трихология, прочность волос, шампуни, заболевания

Волосы — это придатки кожи, состоящие в основном из белка кератина. Они выполняют защитную, терморегулирующую и сенсорную функции, а их состояние отражает общее здоровье организма [1–4].

Многие молодые люди, экспериментируя с волосами, не задумываются о последствиях использования агрессивных средств, что может привести к их повреждению. Низкая осведомленность в вопросах ухода повышает важность просветительской работы, поскольку профилактика проблем эффективнее их лечения [1, 5, 6]. Состояние волос служит индикатором общего здоровья, что делает их изучение значимым [7–9].

Исследование предлагает комплексный подход к анализу волос, сочетающий оценку структурных и химических изменений, что может способствовать ранней диагностике заболеваний [3, 7, 8].

Были поставлены следующие задачи:

- из литературных источников узнать о строении волос;
- провести анкетирование у учеников и выяснить, какие марки шампуней являются более популярными среди сверстников;
- изучить в теории и на практике химический состав волос;
- использовать микроскопическую технику в виде цифрового микроскопа и фолдскопа для наглядной демонстрации строения волос разного типа и влияния на них факторов среды;
- провести эксперименты по действию средств различных марок для окраски волос на их структуру и прочность;
- проанализировать химический состав, пенообразование и pH моющих средств для волос, сделать их сравнительную характеристику;

– выявить влияние заболеваний, неправильного питания и вредных привычек на структуру и химический состав волос.

В ходе данного исследования было выявлено влияние различных факторов на состояние волос, а также возможности диагностики некоторых заболеваний по их состоянию. Результаты анализа показали сложную взаимосвязь между внешними воздействиями, такими как использование шампуней с различными поверхностно-активными веществами (ПАВ) и химическое воздействие красок для волос, и внутренними факторами, включая дефицит микроэлементов и общее состояние здоровья организма [1, 5, 6].

Установлено, что агрессивные ПАВ в шампунях могут приводить к сухости, ломкости и повреждению структуры волоса. Это происходит из-за нарушения естественного гидролипидного баланса, что делает волосы более уязвимыми к внешним повреждениям [1, 5, 6].

Частое химическое окрашивание негативно сказывается на прочности и целостности волос. Оно повреждает кутикулу и кортикальный слой (кортекс), что приводит к ухудшению состояния волос [2, 5, 10].

Исследование показало, что недостаток таких микроэлементов, как кобальт, железо, цинк может проявляться в виде выпадения волос, ломкости и изменения их цвета и структуры. Это подчеркивает важность достаточного содержания этих элементов в организме для поддержания здоровья волос [10–12].

Полученные результаты подтверждают, что состояние волос является важным индикатором общего состояния здоровья организма. Изменения в структуре, цвете и интенсивности выпадения волос могут сигнализировать о различных заболеваниях и дефицитных состояниях, что делает волосы своеобразным «барометром» здоровья [7–9].

Наша исследовательская работа демонстрирует необходимость индивидуального подхода к уходу за волосами, принимая во внимание тип волос, состояние здоровья и использование щадящих косметических средств. Это может включать: выбор шампуней с мягкими ПАВ, ограничение частоты химического окрашивания, потребление продуктов, богатых необходимыми микроэлементами.

Дальнейшие исследования по данной теме могут быть направлены на изучение взаимосвязи между заболеваниями, образом жизни и специфическими изменениями в состоянии волос. Это позволит разработать эффективные методы диагностики здоровья человека на основе анализа строения и состава волос, что может значительно улучшить подходы к лечению и профилактике заболеваний.

## Литература

- [1] Гальцева С. *Секреты роскошных волос*. Санкт-Петербург, Питер. 2011, 192 с.
- [2] *Общие сведения о волосах*. URL: <https://lektsii.org/5-43136.html> (дата обращения 30.09.2024).
- [3] *Строение волоса*. URL: <https://m.nkj.ru/konkurs/detail.php?ID=17515> (дата обращения 30.09.2024).

- [4] *Структура вашего волоса*. URL: <https://allergology.ru/health/volosy/struktura-vashego-volosa> (дата обращения 30.09.2024).
- [5] Колосова С. *Уход за волосами*. Москва, Научная книга. 2017, 66 с.
- [6] *10 простых советов по уходу за волосами*. URL: <https://www.voloskova.ru/hair-care/121-10-prostyh-sovetov-po-uhodu-za-volosami.html> (дата обращения 30.09.2024).
- [7] *Возможности диагностики волос в клинической практике*. URL: <https://www.invitro.ru/upload/docs/volosyME.pdf> (дата обращения 30.09.2024).
- [8] *Диагностика по волосам: правда и ложь*. URL: [https://medaboutme.ru/articles/diagnostika\\_po\\_volosam\\_pravda\\_i\\_lozh/](https://medaboutme.ru/articles/diagnostika_po_volosam_pravda_i_lozh/) (дата обращения 30.09.2024).
- [9] *О чем могут рассказать наши волосы*. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/news/o-chem-mogut-rasskazat-nashi-volosy/> (дата обращения 30.09.2024).
- [10] Янковская Е. *Все о здоровье ваших волос*. Москва, Вектор. 2011, 126 с.
- [11] *Витамины для укрепления и роста волос*. URL: <https://vashvolos.com/vitaminy-dlya-ukrepleniya-i-rosta-volos> (дата обращения 30.09.2024).
- [12] *Продукты питания, богатые кобальтом*. URL: <https://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-kobaltom/> (дата обращения 30.09.2024).

## The influence of external and internal factors on the condition of the hair

Khrustaleva Polina Alekseevna

xrusttpolina@gmail.com

MBOU Secondary School No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

*The study examines the influence of external and internal factors on hair condition, including its microscopic structure and chemical composition. Data on the effects of environmental factors and internal physiological processes on hair structure and properties are presented. It has been demonstrated that changes in the chemical composition and strength of hair can serve as markers of various pathologies. As part of the research, experiments were conducted, including hair composition analysis, assessment of mechanical stability, and investigation of the impact of diseases on hair condition. The findings highlight the connection between hair condition and overall health. The obtained data can be used to develop diagnostic methods, which may facilitate early disease detection in the future.*

**Keywords:** hair, microscopic structure, chemical composition, external factors, internal factors, diagnostics, trichology, hair strength, shampoos, diseases

УДК 620.92

## Исследование электрохимических и биоэлектрохимических процессов в микробных топливных элементах

Прудников Алексей Федорович<sup>1</sup>

b.bolshedor@gmail.com

Цаплина Анастасия Владиславовна<sup>2</sup>

anastasiavtsaplina@yandex.ru

Сафронова Мария Евгеньевна<sup>3</sup>

svetlaya.dom@mail.ru

Кусачева Елена Александровна<sup>4</sup>

kusachevasa@bmstu.ru

Блинов Всеволод Андреевич<sup>5</sup>

andrey.blinov2014@yandex.ru

Горбенко Даниил Николаевич<sup>6</sup>

gorbenkodaniil08@gmail.com

<sup>1</sup> КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия<sup>2</sup> Центр развития детей и юношества «Созвездие», Калуга, Россия<sup>3</sup> ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия<sup>4</sup> МБОУ «СОШ № 6 им. А.С. Пушкина», Калуга, Россия<sup>5</sup> МБОУ «Лицей № 9 им. К.Э. Циолковского», Калуга, Россия<sup>6</sup> МБОУ «СОШ № 46», Калуга, Россия

*Рассмотрены процессы генерации электроэнергии бактериальными культурами и сообществами микроорганизмов в микробных топливных элементах. Приведены принципы работы электробиореакторов, показаны основные направления и перспективы их применения для получения электроэнергии на основе особых каталитических свойств микроорганизмов. Показана возможность совместного действия электрохимических и биоэлектрохимических процессов как направление повышения КПД микробных топливных элементов. Выполнены работы по исследованию генерации тока бифидобактериями. Приведены результаты собственных исследований в направлении бактериальной электрогенерации.*

**Ключевые слова:** электробиореактор, бифидобактерии, электрогенерация, повышение эффективности

Исследование электрохимических и биоэлектрохимических процессов в микробных топливных элементах (МТЭ) является важной областью научных изысканий, которая направлена на создание альтернативных источников энергии, использующих биологические процессы для производства электричества. МТЭ могут стать эффективными устройствами для получения энергии из органических отходов, биомассы и других экологически чистых источников.

Микробный топливный элемент (МТЭЛ) представляет собой электробиореактор, работающий на основе окисления органических веществ с помощью микроорганизмов, содержащий анодную камеру с суспензией микробных клеток и катодную с электродами. Камеры разделены ионообменной мембраной. В качестве суспензии микроорганизмов использован биопрепарат, содержащий бактерии. Анод — место, где микроорганизмы окисляют органическое топливо

(например, глюкозу, органические кислоты) и высвобождают электроны. Катод — место, где электроны с анода приходят через внешнюю цепь, и происходит восстановление кислорода (или другого окислителя) с образованием воды. Для повышения эффективности МТЭ используются наноматериалы, такие как углеродные нанотрубки, графен и другие проводящие материалы, которые обеспечивают улучшенную проводимость и увеличивают активную поверхность электродов. Это улучшает контакт между микроорганизмами и электродом, ускоряя процессы переноса электронов.

Например, использование наноразмерных проводников или углеродных нанотрубок может помочь увеличить поверхность катода и анода, обеспечивая большую эффективность в производстве электричества.

МТЭЛ — это биотехнологическое устройство, преобразующее энергию химических связей органических веществ в электрическую энергию за счет метаболических процессов специально подобранных микроорганизмов (рис. 1).

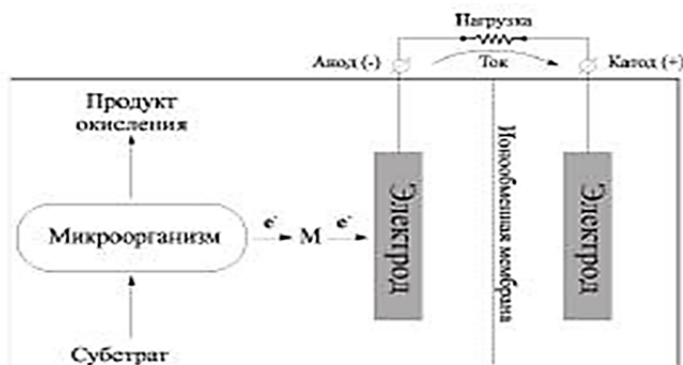


Рис. 1. Принципиальная схема микробного топливного элемента

В микробных топливных элементах успешно сочетаются электрохимические процессы, основанные на получении разности потенциалов с применением гальванических пар, а также биоэлектрохимические, основанные на особенностях метаболизма электрогенных бактерий. МТЭЛы находят все более широкое применение в различных областях деятельности человека, в том числе, в медицине, а именно в качестве элемента питания для различных стимуляторов и имплантов. Возможность генерации тока бактериями известна достаточно давно. Возможность их применения в разных условиях — от ЖКХ до космоса, показана в ряде работ [1–5]. Перечень устройств, которые могут заряжаться от импланта, генерирующего электрический ток и помещенного в организм человека, приведен в таблице.

В рамках совместной экспериментальной работы, выполненной обучающимися МБОУДО ЦРТДиЮ «Созвездие» г. Калуги, НСП МЭШДОМ, средних школ и студентами КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, была проведена исследования возможности электрохимической и биоэлектрохимической генерации тока

с применением бактериальной культуры бифидобактерий на основе медицинского препарата «Бифиформ».

### Устройства, способные работать от МТЭЛ в организме человека

Название устройства	Потребляемая мощность
Кардиостимуляторы	5–10 мкВт
Кохлеарные импланты	20–50 мВт
Нейростимуляторы	1–10 мВт
Стимуляторы спинного мозга	5–20 мВт
Ретинальные импланты	5–10 мВт
Бионические протезы	50–200 мВт
Имплантируемые кардиовертеры	50–100 мкВт (до 2 Вт при разряде)

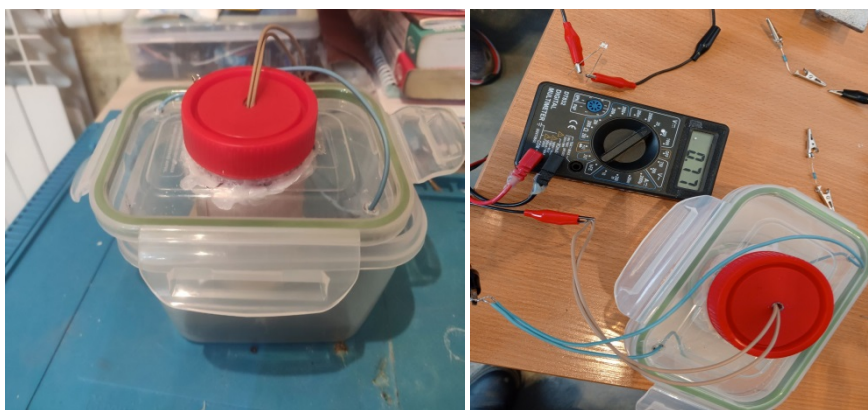


Рис. 2. Протопит электробиореактора и выполнение эксперимента

По результатам эксперимента сделан вывод о эффективности применения бифидобактерий для электрогенерации в МТЭЛах, так как показатели напряжения и силы тока, полученные в этом случае, были выше, чем аналогичные показатели, полученные в результате электрохимических процессов в контрольном МТЭЛе, использующем только гальваническую пару и физраствор.

Из полученных данных был сделан вывод, что бифидобактерии могут являться приемлемой альтернативой для генерации тока по показателям эффективности и безопасности для человека.

Исследование электрохимических и биоэлектрохимических процессов в микробных топливных элементах представляет собой важную область науки и технологии, которая может привести к созданию новых, устойчивых и экологически чистых источников энергии. В настоящее время многие усилия направлены на улучшение эффективности МТЭ, повышение их мощности и стабильности работы, а также на расширение областей их применения.

## Литература

- [1] Прудников А.Ф., Кусачева С.А., Шендо С.А., Клышников А.Ю. Разработка и исследование мобильного генератора на основе микрофлоры человека. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, с. 236–237.
- [2] Кусачева С.А., Сашенко И.И., Черняев С.И., Гришакова В.В., Сафронова М.Е. К вопросу об унификации критериев сопоставления различных микробных топливных элементов. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 12–1, с. 184–187.
- [3] Аллен М. *Электродные процессы в органической химии*. Ленинград, Гостеххимиздат, 1961, 180 с.
- [4] Мамаев В.И. *Функциональная гальванотехника*. Киров, ВятГУ, 2013, 208 с.
- [5] Karube I., Matsunaga T., Tsuru S., Suzuki S. Biochemical cells utilizing immobilized cells of *Clostridium butyricum*. *Biotechnology and Bioengineering*, 1977, vol. 19, no 11, pp. 1727–1733.

## Study of electrochemical and bioelectrochemical processes in microbial fuel cells

Prudnikov Aleksey Fedorovich <sup>1</sup>	b.bolshedor@gmail.com
Tsaplina Anastasia Vladislavovna <sup>2</sup>	anastasiavtsaplina@yandex.ru
Safronova Maria Evgenievna <sup>3</sup>	svetlaya.dom@mail.ru
Kusacheva Elena Aleksandrovna <sup>4</sup>	kusachevasa@bmstu.ru
Blinov Vsevolod Andreyevich <sup>5</sup>	andrey.blinov2014@yandex.ru
Gorbenko Daniil Nikolaevich <sup>6</sup>	gorbenkodaniil08@gmail.com

<sup>1</sup> Kaluga branch of BMSTU, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> Center for development of children and youth Sozvezdie, Kaluga, Russia

<sup>3</sup> State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Kaluga, Russia

<sup>4</sup> Secondary school No. 6 named after A.S. Pushkin, Kaluga, Russia

<sup>5</sup> Lyceum No. 9 named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russia

<sup>6</sup> MBOU Secondary School No. 46, Kaluga, Russia

*The processes of electricity generation by bacterial cultures and microorganism communities in microbial fuel cells are considered. The principles of operation of electrobioreactors are presented, the main directions and prospects of their application for obtaining electricity based on the special catalytic properties of microorganisms are shown. The possibility of combined action of electrochemical and bioelectrochemical processes as a direction for increasing the efficiency of microbial fuel cells is shown. Work has been carried out to study the generation of current by bifidobacteria. The results of our own research in the direction of bacterial electricity generation are presented.*

**Keywords:** *electrobioreactor, bifidobacteria, electricity generation, efficiency improvement*

УДК 51-7

## Использование календарной сетки для нахождения математических закономерностей и визуального инструмента для демонстрации видов треугольников

Лебедева Полина Владиславовна [lpv.polina@gmail.com](mailto:lpv.polina@gmail.com)

МБОУ «Гимназия № 19», Калуга, Россия

*Представлен нестандартный подход к изучению геометрии. Автор задается вопросом о взаимосвязи календарной сетки, геометрических фигур и практическим применением этой связи. Календарная сетка представлена как инструмент для визуализации числовых закономерностей и предлагает метод построения треугольников на этой сетке. В качестве единицы измерения используется условная клетка, что перекликается с логикой работы чертежника в «Кумире». Особое внимание уделено способам расчёта сторон треугольников с помощью теоремы Пифагора. В заключении работа акцентирует внимание на взаимосвязи математики и повседневной жизни.*

**Ключевые слова:** календарь, календарная сетка, треугольники, геометрические фигуры, числовые закономерности

Календари — это неотъемлемая часть нашей повседневной жизни, позволяющая организовывать время, планировать дела и следить за событиями. Удивительно, но за простыми датами и числами скрываются сложные математические закономерности и интересные факты.

Использование календаря в качестве визуального инструмента для работы с различными видами треугольников предоставляет интересный и нестандартный способ изучения геометрии. Это не только помогает лучше понять теоретический материал, связанный с изучением треугольников, но и стимулирует воображение в восприятии геометрических понятий. Также можно увидеть структуру и симметрию в повседневной жизни, получая практические знания о математических концепциях и их применимости.

Календарем принято называть определенную систему счета продолжительных промежутков времени с подразделениями их на отдельные, более короткие периоды (годы, месяцы, недели, дни). Само же слово «календарь» произошло от латинских слов «caleo» — провозглашать и «calendarium» — долговая книга [1].

В основе всех календарей лежит движение небесных светил, а базовой единицей является естественный цикл. В этом качестве выступают три астрономических цикла: вращение Земли вокруг своей оси, определяющее продолжительность суток, вращение Луны вокруг Земли, происходящее за один лунный месяц, и вращение Земли вокруг Солнца, определяющее год [2].

Привычная календарная сетка, разбивающаяся на 7 и 4, в основном связана с различными системами управления временем и удобством организации дней. Рассмотрим обе части более подробно.



1. Семидневная неделя: во многих культурах, включая христианскую и еврейскую традиции, неделя состоит из семи дней. Эта структура может иметь религиозные и астрономические корни. В древности число 7 ассоциировалось с небесными телами — такими как Луна, Солнце и пять видимых планет (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн). Каждый день в неделе имеет свое значение, что позволяет удобно планировать свою деятельность.

2. Четыре недели в месяце: месяц, в свою очередь, часто считается состоящим из четырех недель (28 дней). Это приближается к лунному циклу, который для получения новых лун изучают уже тысячи лет. Большинство месяцев в Григорианском календаре имеют 30 или 31 день, но при этом положенные 28 дней способствуют разделению месяца на четыре равные части. При изучении различных месяцев можно заметить, что сумма дней в месяцах формирует неполные последовательности, что также может быть представлено в виде различных треугольников и количество дней.

Таким образом, такое сочетание семи и четырех создает простую и удобную единицу времени, которая гармонично встроена в более крупные структуры календаря.

Изучая на уроках геометрии различные виды треугольников и составляя на школьном алгоритмическом языке «Кумир» программы для чертёжника, задумались: можно ли связать календарь, геометрические фигуры между собой и какой практический смысл будет нести эта связь.

Календари — это не только средства планирования времени, но и полезные инструменты для изучения множества математических концепций.

1. Календарная сетка как математический инструмент. Календарь, представленный в виде сетки, является отличным способом визуализировать числовые последовательности и закономерности. Например, можно рассмотреть различные числовые свойства, такие как:

- четность и нечетность: числа в календаре можно разделить на четные и нечетные, что помогает понять их распределение в диапазоне дней месяца.

- сумма чисел: важно заметить, как сумма чисел в рядах может давать разные результаты при различных условиях. Например, первые месяцы года от 1 до 31 можно суммировать и обнаружить, что сумма всех чисел в 31 дне составит 496.

Календарная сетка позволяет легко интуитивно искать закономерности, применяя базовые арифметические операции.

2. Визуализация треугольников через календарь. Для визуализации различных видов треугольников нужно провести параллель со средой программирования Кумир — чертёжник, в котором за единицу измерения берется условная клетка, а не меры длины как в математике.

Календарная сетка предоставляет возможности для представления различных видов треугольников:

- равнобедренные треугольники: чтобы получился равнобедренный треугольник необходим расчет: для одной стороны взять подряд пять дней в неделю, а две другие стороны рассчитать по формуле Пифагора, так как они будут

являться гипотенузами прямоугольных треугольников с катетами 4 клетки и 3 клетки, образуя тем самым Египетский треугольник [3]. Например, треугольник с вершинами в числах 4, 23, 27 является равносторонним. Причем в 1 месяце можно составить таких 8–9 треугольников;

– равнобедренные треугольники: чтобы получился равносторонний треугольник необходим расчет: для основания треугольника взять подряд несколько дней в неделю, а боковые стороны рассчитать по формуле Пифагора, так как они будут являться гипотенузами прямоугольных треугольников, катеты которых можно вычислить, сделав дополнительные построения [4]. Причем основание должно занимать нечетное количество дней чтобы вершина равнобедренного треугольника приходилось на определенное число. Но большую ценность представляет равнобедренный треугольник, вершины которого лежат в числах отличных друг от друга в 10 единиц (например, 10, 20, 30 или 1, 11, 21). Доказать равенство боковых сторон такого равнобедренного треугольника можно только с помощью дополнительных построений и теоремы Пифагора. Если рассмотреть календарную сетку, то таких треугольников можно составить много, при условии, что все три числа не лежат на одной прямой. Практическая ценность этого равнобедренного треугольника велика, потому что он помогает равномерно распределить нагрузку в течение месяца.

Математические треугольники и календарные сетки представляют собой увлекательный аспект. Они демонстрируют, как математика пронизывает все сферы жизни, от организации времени до планирования мероприятий. Понимание этих концепций не только обогащает знания о математике, но и помогает организовывать и управлять временем более эффективно.

## Литература

- [1] Климишин И.А. *Календарь и хронология*. Москва, Наука, 1990, 480 с.
- [2] Бургуэн Ж. *Календарь. История и современность*. Москва, АСТ, 2006, 144 с.
- [3] *Практикум по геометрии 8 класс*. Краснодар, ГБОУ ИРО Краснодарского края, 2021, 116 с.
- [4] Атанасян Л.С. *Геометрия: учебник для общеобразовательных учреждений 7–9 класс*. Москва, Просвещение, 2010, 384 с.

## Using a calendar grid to find mathematical patterns and a visual tool to demonstrate the types of triangles

Lebedeva Polina Vladislavovna

lpv.polina@gmail.com

MBOU Gymnasium No. 19, Kaluga, Russia

*This paper examines a non-standard approach to the study of geometry. The author wonders about the relationship of the calendar grid, geometric shapes and the practical application of this relationship. The work presents a calendar grid as a tool for visualizing numerical patterns and suggests a method for constructing triangles on this grid. A conditional cell is used as a unit of measurement, which echoes the logic of the draftsman's work in the "Idol". Special attention is paid to the methods of calculating the sides of triangles using the Pythagorean theorem. In conclusion, the work focuses on the relationship between mathematics and everyday life.*

**Keywords:** calendar, calendar grid, triangles, geometric shapes, numerical patterns

УДК 004.89

## Чат-бот как инструмент эффективного сопровождения образовательного процесса

Бобров Артем Евгеньевич

artemiybobrov16@gmail.com

МБОУ «Гимназия № 19», Калуга, Россия

*Данная статья посвящена разработке чат-бота для Telegram, призванного оптимизировать процесс информирования об изменениях в расписании занятий в гимназии № 19 города Калуги. Чат-бот, разработанный на языке Python и размещенный на платформе Render.com, интегрирован с существующей электронной таблицей изменений в расписании, обеспечивая автоматизированное и персонализированное информирование участников учебного процесса. Статья демонстрирует пример успешного применения чат-ботов в образовательной среде для повышения эффективности коммуникации и улучшения доступа к важной информации.*

**Ключевые слова:** чат-бот, диалоговый интерфейс, программный продукт, изменения в расписании, образовательный процесс

Современное образование стремительно развивается, предъявляя все более высокие требования к эффективности и доступности обучения. В этой динамичной среде чат-боты, ранее воспринимавшиеся как простые автоматизированные системы поддержки, превращаются в мощные инструменты, способные существенно улучшить образовательный процесс.

Диалоговый интерфейс (голосовой или текстовый) — это чат-бот, виртуальный ассистент или помощник, который способен поддерживать общение на заданную тематику. Возможность захватывать контекст в диалоге с пользователем и давать разумные ответы связана с присутствием в составе диалогового интерфейса технологий машинного обучения или, говоря иными словами, искусственного интеллекта.

Чат-боты в простейшем варианте могут быть реализованы на основе диалогового графа: цепочках действий/сообщений, организованных по принципу условного перехода (конструкция if else) [1].

Изменение расписания в образовательном учреждении — это всегда ситуация, требующая оперативной и эффективной коммуникации. В гимназии № 19 города Калуги в рамках индивидуального проекта была сделана онлайн-таблица с изменением в расписании. Такой формат представления замен стал очень удобным:

- завуч по учебно-воспитательной работе может заполнить таблицу на рабочем месте и вне учебного заведения;
- с изменениями в расписании могут сразу ознакомиться все участники образовательного процесса;
- легко можно составить таблицу замен.

Однако проанализировав оперативность такого метода, было отмечено что на открытие таблицы, нахождение нужной даты и поиска класса тратилось иной раз много времени. Поэтому решено было разработать чат-бот для Telegram с помощью языка программирования Python на Render.com — платформе для веб-хостинга, облачных сервисов и развертывания приложений.

Создание чат-бота включала разработку сценария, его реализацию и тестирование (в конструкторе или программированием), а также публикацию. После запуска шел цикл постоянного улучшения: мы собирали данные о пользовательском взаимодействии, чтобы выявить слабые места и повысить эффективность бота в решении поставленных задач [2].

Назначение чат-бота определило разработку сценария: оперативно доносить информацию до участников учебного процесса об изменениях в расписании. Так на этапе реализации была сделана связь с существующей электронной таблицей изменений. После внесения сведений в таблицу, чат-бот присылал сообщения об изменении в расписании одного взятого класса. Публикация и запуск помощника привели к положительной оценке со стороны одноклассников, обусловленной оптимизацией процесса получения информации. В частности, пользователи отметили снижение когнитивной нагрузки, связанной с отсутствием необходимости в ручном анализе полного массива данных (таблицы изменений). Чат-бот позволил реализовать целевую фильтрацию и предоставление четкой информации, что повысило эффективность и удобство доступа к необходимым данным.

На этапе улучшения программного продукта было решено расширить функционал и включить все классы гимназии в разработанный чат-бот:

> Изменения в расписании:

/start — выбор параллели и класса

/help — вызов справки

/today — напишет изменения на текущую дату

/tomorrow — напишет изменения на последующую дату

/setclass — команда чтобы указать класс

/setclassclear — команда чтобы выбрать другой класс

/holidays — напишет сколько времени осталось до каникул

/holidayshelp — напишет все функции holidays

/news — напишет информацию о рассылке изменений

рассылка изменений. Бот каждый день будет сообщать, есть ли изменения на завтра

/newsoff — чтобы не получать рассылку

/newson — чтобы получать рассылку

Участники образовательного процесса получают персонализированную информацию, формируемую в зависимости от выбранных функциональных возможностей, в виде структурированного сообщения, содержащего следующие атрибуты: идентификатор класса, порядковый номер учебного занятия в рамках расписания, наименование учебной дисциплины, запланированной к проведению согласно расписанию, а также, в случае изменений в расписа-

нии, информацию о замене урока, включающую наименование замещающей учебной дисциплины, фамилию преподавателя, ответственного за проведение замещающего занятия, и номер аудитории, в которой будет проходить данное занятие.

Использование чат-бота «Изменение в расписании» в образовании дает следующие преимущества:

- персонализация: адаптация контента под каждого участника образовательного процесса;
- быстрый доступ к информации: мгновенные ответы на вопросы об изменении в расписании;
- круглосуточная поддержка: помощь доступна в любое время;
- автоматизация рутины: освобождение времени классных руководителей от напоминаний и рассылок, преподавателей и учащихся от поиска нужной замены [3].

Развитие чат-бота демонстрирует прогресс от простых функций к более сложным, ориентированным на пользователя:

- оповещения: чат-бот отправляет автоматические уведомления и напоминания на основе заданных условий;
- поиск по базе знаний: чат-бот отвечает на запросы пользователей, извлекая информацию из предопределенной базы знаний (FAQ);
- персонализированная помощь: чат-бот обеспечивает поддержку, учитывая индивидуальные предпочтения и потребности пользователя [4].

Чат-боты представляют собой перспективный инструмент для эффективного сопровождения образовательного процесса, что делает их все более востребованным и эффективным инструментом для улучшения качества образования. Для успешного внедрения чат-ботов необходимо тщательно планировать, разрабатывать качественный контент и обеспечивать конфиденциальность данных пользователей. Чат-бот как помощник в информировании об изменениях в расписании значительно облегчает процесс коммуникации и позволяет оперативно реагировать на изменения. Использование такого инструмента не только улучшает организацию, но и повышает удовлетворенность пользователей, что делает его незаменимым в современных условиях.

## Литература

- [1] Рындина С.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии: диалоговые интерфейсы. Пенза, Изд-во ПГУ, 2022, 76 с.
- [2] Демиденко А. Создание чат-ботов для начинающих: Telegram и Python. 2025, 90 с.
- [3] Ибрагимова З.М., Ткаченко А.Л., Джамалдинова М.А. Использование чат-ботов в образовательном процессе. Педагогический журнал, 2022, т. 12, ч. 2, № 6А, с. 741–746.
- [4] Потапов Д.А. Обзор современных технологий создания чат-ботов. Бизнес и информационные технологии, 2018, № 4, с. 5–8.

## Chat-bot as a tool for effective support of the educational process

**Bobrov Artem Evgenievich**

artemiybobrov16@gmail.com

*MBOU Gymnasium No. 19, Kaluga, Russia*

*This article is devoted to the development of a chatbot for Telegram, designed to optimize the process of informing about changes in the schedule of classes at Gymnasium no. 19 in Kaluga. A chatbot developed in Python and hosted on the platform Render.com, is integrated with the existing spreadsheet of schedule changes, providing automated and personalized information to participants in the learning process. The article demonstrates an example of the successful use of chatbots in an educational environment to improve communication efficiency and improve access to important information.*

**Keywords:** *chat-bot, dialog interface, software product, schedule changes, educational process*

# Содержание

<b>Секция 13. Проектирование программно-информационных систем .....</b>	<b>3</b>
<i>Иванов А.С., Гагарин Ю.Е.</i> Сравнительный анализ методов восстановления 3D-геометрии по фотографиям .....	5
<i>Мосолов А.В., Гагарин Ю.Е.</i> Проблемы и перспективы интеграции беспилотного общественного транспорта в городах .....	9
<i>Иванов А.С., Гагарин Ю.Е.</i> Сравнительный анализ методов восстановления текстур 3D-объектов по фотографиям .....	13
<i>Мосолов А.В., Гагарин Ю.Е.</i> Беспилотный общественный транспорт в городах: технологии автономного управления и обеспечения безопасности .....	17
<i>Мельникова С.А., Белов Ю.С.</i> Создание интеллектуальной системы для определения авторства текста с использованием методов статистического анализа .....	21
<i>Костромина П.А., Гагарин Ю.Е.</i> Использование технологий виртуальной реальности для психотерапии и релаксации .....	26
<i>Золотарев А.М., Белов Ю.С.</i> Нейронная сеть для создания музыкальных композиций на основе условного вариационного автоэнкодера .....	29
<i>Карельский М.К., Белов Ю.С.</i> Этапы жизненного цикла разработки игрового мобильного приложения .....	33
<i>Захаров Е.А., Белов Ю.С.</i> Применение технологии Super Resolution в генеративных нейросетевых моделях .....	36
<i>Котенко Н.А., Белов Ю.С.</i> Генерация навигационного графа на основе прямолинейного скелета помещения .....	40
<i>Трибусян Б., Белов Ю.С.</i> Об эффективности применения стандартных и модифицированных слоев в сверточной нейронной сети .....	44
<i>Дроздов Д.С., Гагарин Ю.Е.</i> Методики построения графов зависимостей в программных системах с микросервисной архитектурой .....	49
<i>Новиков И.Д., Гагарин Ю.Е.</i> Система поддержки принятия решений для прогнозирования катаклизмов .....	53
<i>Тронов К.А., Гагарин Ю.Е.</i> Методы формирования датасета для файнтюнинга больших языковых моделей на основе Telegram-чатов .....	56
<i>Мельников К.С., Белов Ю.С.</i> Процесс дообучения большой языковой модели на примере задачи генерации заголовков .....	60
<i>Левин А.О., Гагарин Ю.Е.</i> Современные модели генерации изображений по текстовым описаниям: обзор и перспективы .....	64
<i>Малинина И.А., Гагарин Ю.Е.</i> Сравнение протоколов MQTT и CoAP для IoT-систем умного дома .....	67
<i>Войнов А.А., Белов Ю.С.</i> Сравнение методов добавления Graphviz диаграмм в печатный материал с помощью Typst .....	71
<i>Воронов Д.С., Гагарин Ю.Е.</i> Исследование методов расчета контрольной суммы: CRC16 и CRC32 .....	76



<i>Демин Д.П., Никитенко У.В.</i> Методы и алгоритмы распознавания объектов: описание, сравнительный анализ .....	79
<i>Вершинин Е.В., Поляков Я.А.</i> Разработка алгоритма сбора и обработки данных с автомобиля .....	83
<i>Вершинин Е.В., Сафин П.Р.</i> Автоматическое тегирование событий футбольного матча на основе видеоданных .....	86
<i>Осмоловский П.Е., Никитенко У.В.</i> Технологии обработки и хранения больших массивов данных (Big Data) .....	90
<i>Сафронов Н.С., Белов Ю.С.</i> Mamba: эффективная обработка длинных последовательностей в NL2Code .....	93
<i>Шведов И.А., Белов Ю.С.</i> Глубокие нейронные сети в задаче распознавания агрессивного поведения на видео .....	97
<i>Самсонова М.А., Белов Ю.С.</i> Оптимизация предобработки данных для повышения точности распознавания жестового языка .....	100
<i>Герасимова С.В., Белов Ю.С.</i> Спектральные характеристики различных типов растительности и их использование в дистанционном зондировании .....	104
<i>Чурилин О.И., Белов Ю.С.</i> Гибридные методы 3D-реконструкции: сочетание фотограмметрии и глубокого обучения .....	108
<i>Чжао Чэньсяо, Белов Ю.С.</i> Применение архитектуры Transformer в моделях обработки изображений и языка .....	111
<i>Шеститка А.В., Белов Ю.С.</i> Анализ метрик оценки производительности сверточных нейронных сетей .....	116
<i>Тарасов Н.Е., Гагарин Ю.Е.</i> Разработка программного симулятора сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (GPS, Galileo, BeiDou) .....	119
<i>Борисов Н.С., Белов Ю.С.</i> Управление компьютером жестами с использованием веб-камеры: инновационный подход к взаимодействию .....	124
<i>Евсеев В.Д., Белов Ю.С.</i> Yolo-v4 эволюция скоростной детекции объектов в компьютерном зрении .....	127
<i>Гаранин Н.А., Гагарин Ю.Е.</i> Технология обнаружения объектов с помощью пассивного мультистатистического радара .....	130
<i>Батурин М.М., Гагарин Ю.Е.</i> Сравнительный анализ методов автоматизированного построения траектории полета летательного аппарата .....	135
<i>Бибииков А.П., Белов Ю.С.</i> Развитие способов распознавания образов с помощью нейронных сетей .....	139
<i>Зангенех Сомаях, Белов Ю.С.</i> Как модели ИИ, такие как MusicGen и Riffusion, создают музыку .....	143
<i>Зангенех Сомаях, Белов Ю.С.</i> Преподавание искусства и технологий через инструменты преобразования изображения в музыку .....	146
<b>Секция 15. Инновационная деятельность и научно-методические вопросы внедрения результатов научно-исследовательских работ в учебный процесс .....</b>	<b>149</b>
<i>Заверткин Е.А., Сулина О.В.</i> Применение стандартов при создании и оформлении конструкторских документов .....	151
<i>Сахаров В.В., Савичкин А.О.</i> Чтение чертежа детали .....	155

<i>Сломинская Е.Н., Борисова А.В.</i> Шероховатость поверхности .....	159
<i>Парамонов С.С., Заверткин Е.А.</i> О преимуществах ВІМ проектирования при разработке инженерных систем .....	165
<i>Зуев А.М., Зенкин В.Н.</i> Эллипс — разновидность лекальных кривых .....	169
<b>Секция 16. Социально-экономические аспекты экономики .....</b>	<b>175</b>
<i>Дмитриева К.Р., Перерва О.Л.</i> Новые подходы к персонализации и автоматизации рекламных кампаний .....	177
<i>Нехай А.А., Перерва О.Л.</i> Социальные аспекты внедрения инноваций в производственные процессы .....	181
<i>Перерва О.Л., Новикова П.А.</i> Применимость принципов кайдзен на российских предприятиях машиностроительной отрасли .....	186
<i>Перерва О.Л., Теплый Ю.А.</i> Будущее гибких производственных систем: тенденции, прогнозы и перспективы развития .....	191
<i>Перерва О.Л., Голубкова Д.А.</i> Роль партнерств между вузами и промышленностью в развитии инновационных проектов .....	196
<i>Квашина В.В., Льговский Л.С., Чернов Г.В.</i> Будущее рынка труда в условиях автоматизации и внедрения искусственного интеллекта .....	200
<i>Перерва О.Л., Шутка С.С.</i> Взаимодействие искусственного интеллекта и классических бизнес-моделей .....	204
<i>Козина К.В., Перерва О.Л.</i> Конкурентоспособность предприятий в условиях глобализации: социально-экономические вызовы и возможности .....	208
<i>Иконникова И.В., Васильева К.А.</i> Влияние цифровых двойников на оптимизацию производственных процессов в машиностроении .....	211
<i>Иконникова И.В., Васешенков Д.В.</i> Влияние возрастной структуры на производительность труда предприятий .....	215
<i>Перерва О.Л., Ермакова Е.А.</i> Роль университетов в подготовке кадров для инновационной деятельности на предприятии .....	218
<i>Сагалаков А.Д., Перерва О.Л.</i> Развитие инновационной экономики нового технологического уклада .....	222
<b>Секция 17. Общественно-политические и философские вопросы развития общества .....</b>	<b>227</b>
<i>Геращенко А.Е., Васильев Н.Т., Шафигуллина Т.В.</i> Специальная военная операция: операция «Царская охота» .....	229
<b>Секция 18. Актуальные вопросы энергосбережения, энергоэффективности, использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии .....</b>	<b>233</b>
<i>Абресев Н.С., Миронов Ю.Н.</i> Исследование годовой экономии от установки штор из ПВХ-пленки в межрамное пространство окон .....	235
<i>Кеерд М.А.</i> Влияние спектрального состава солнечного света на клетки ДНК: анализ и профилактика заболеваний кожи .....	237
<i>Белова А.С.</i> Разработка устойчивых систем энергоснабжения для мобильного мониторинга пасек на основе возобновляемых источников энергии .....	240
<i>Тимофеев М.В.</i> Усовершенствованные геотермальные системы: системный обзор .....	243

<i>Пристромская Т.А., Прудников А.Ф., Кусачева С.А., Артемьева А.А.</i>	
Исследование электрогенных свойств дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	247
<i>Симоненко А.А., Вальтер М.Е., Квасов Д.А.</i> Традиционная и альтернативная теплоэнергетика .....	251
<i>Федин Р.Р., Апокин И.А.</i> Перспективы и проблемы развития ветроэнергетики в РФ .....	254
<i>Федин Р.Р., Апокин И.А.</i> Исследование эффективности применения ветрогенераторов для энергоснабжения г. Калуги .....	257
<i>Махоткин Е.И., Кусачева С.А.</i> Математическое моделирование процессов в микробном топливном элементе .....	261
<i>Коробова Е.А., Шевченко Д.С., Кусачева С.А.</i> Исследование метода генной терапии онкологических заболеваний с использованием технологии CRISPR/Cas9 .....	265
<i>Беленикин А.Д., Кусачева С.А.</i> Проблема генетических заболеваний у животных: диагностика и методы их лечения .....	268
<i>Федусова М.С.</i> Современный мутагенез у растений: от случайности к точности .....	271
<i>Сережкина А.И.</i> Современное состояние исследования мутаций гена PDK4 у лошадей .....	274
<i>Бабич М.А., Бордуков Д.А.</i> Применение элементов Пельтье как направление энергосбережения .....	278
<i>Тихонов Е.О.</i> Трансгенные животные: технологии, применение и этика .....	281
<i>Федулова К.А.</i> Научные исследования и разработки в области мутагенеза .....	284
<i>Генералова Е.М., Шишанов А.А., Турта Р.Д., Шумилин А.А.</i> Комплексное исследование генных технологий и радиационных мутаций в контексте современного животноводства .....	287
<i>Кушпита И.М., Сверкунов А.П.</i> Определение эффективного фокусного расстояния гелиоконцентратора параболического типа .....	290
<i>Фецков М.И.</i> Влияние мутаций на растения .....	294
<i>Забобурин Г.Г.</i> Типы альбинизма у человека и заболевания связанные с ним .....	297
<i>Елисеев Г.А.</i> Выведение животных, которые могут использоваться в медицине ...	300
<i>Махиня Г.В.</i> Современные методы геномного редактирования сельскохозяйственных животных: сравнительный анализ эффективности и перспектив применения .....	303
<i>Шендо С.А., Клышников А.Ю.</i> Гибридная электроустановка на основе водородного и микробного топливного элементов .....	306
<i>Спиридонов А.В., Медведев Н.В.</i> аСолнечные панели — возможность использования .....	309
<i>Шендо С.А., Сафронова М.Е., Клышников А.Ю.</i> К вопросу о перспективах применения микробных топливных элементов на Земле и в Космосе .....	312
<i>Романова П.Д.</i> Современные достижения в области генетического мутагенеза человека .....	316

<b>Секция 19. Лингвистика, лингводидактика, актуальные вопросы теории и практики перевода .....</b>	<b>319</b>
<i>Тарасов А.П., Кондратьева С.Д., Крыленкина А.В.</i> Этические аспекты использования больших языковых моделей (БЯМ) в академическом письме студентов технического вуза .....	321
<i>Кобяков В.Е., Геращенко А.Е., Белова Е.В.</i> Использование когнитивных и концептуальных метафор в обучении иностранным языкам .....	324
<i>Мосолов А.В., Иванов А.С., Артеменко О.А.</i> Исследование возможностей моделей искусственного интеллекта Grok и Google Gemini в создании грамматических материалов для обучения английскому языку .....	328
<i>Мосолов А.В., Иванов А.С., Артеменко О.А.</i> Сравнение DeepSeek и ChatGPT в создании грамматических упражнений для обучения английскому языку ....	332
<i>Геращенко А.Е., Васильев Н.Т., Кобяков В.Е., Белова Е.В.</i> Понимание невербальных знаков представителей разных культур как способ преодоления языкового барьера .....	336
<i>Крыленкина А.В., Федоров В.О., Шарунов Р.Д.</i> Анализ документов средствами китайских инструментов искусственного интеллекта .....	339
<i>Герасимова С.В., Крыленкина А.В., Белов Ю.С.</i> Контрастивное изучение синтаксиса естественных языков и языков программирования .....	345
<i>Самсонова М.А., Крыленкина А.В.</i> Языковые модели для автоматического рефакторинга кода с учетом стиля разработчика .....	348
<i>Тихонов Н.А., Полякова К.А., Джанаев К.С., Павлов И.В.</i> Языковой барьер как фактор искажения методологий Agile и Waterfall: исследование влияния английского языка на процессы обмена знаниями в разработке ПО .....	352
<i>Джанаев К.С., Тихонов Н.А., Полякова К.А., Павлов И.В.</i> Роль таблицы ASCII в информационных технологиях: влияние английского языка и причины непреодолимой зависимости .....	358
<i>Павлов И.В., Джанаев К.С., Тихонов Н.А., Полякова К.А.</i> Английский язык в цифровых базах данных: обзор влияния, интеграции и перспектив развития .....	363
<i>Шауки И.Х., Полякова К.А.</i> Проблема пластикового загрязнения и ее освещения посредством использования международного английского языка .....	367
<i>Вечерин Я.А., Береза Т.В.</i> Профессия переводчика в современной России .....	371
<i>Белов А.В., Белова Е.В.</i> Возможности нейросетей для самостоятельного изучения иностранного языка .....	376
<b>Секция 20. Результаты научно-исследовательских работ учащихся школ и учреждений СПО .....</b>	<b>382</b>
<i>Ушаков Я.В.</i> Вирусная и бактериальная природа заболеваний и их изучение на примере гриппа и ангины .....	383
<i>Дементьева В.И.</i> Проблемы подростковой наркомании .....	386
<i>Хрусталева А.Н., Тесник Ю.В.</i> Синтез нанодисперсных оксидных материалов и исследование их пероксидазоподобной активности на примере наночастиц диоксида церия .....	389

<i>Некрылова М.Д., Тесник Ю.В.</i> Сравнение моделей лабораторных установок перегонки нефти и возможности их использования в условиях школьной лаборатории .....	392
<i>Рожкова А.А., Тесник Ю.В.</i> Изучение свойств раневых повязок, используемых на первом этапе процесса воспаления раны .....	396
<i>Челобитчикова П.И., Тесник Ю.В.</i> Создание системы оценки антропогенной нагрузки на почвы берегов водных объектов на основе показателей ферментативной активности почвы и космообразов дистанционного зондирования Земли .....	399
<i>Алексеев А.В., Тесник Ю.В.</i> Применение нейросети для идентификации микропластика .....	402
<i>Исакиева Р.В., Цаплина А.В., Кусачева Е.А., Горбенко Д.Н.</i> Изготовление и исследование свойств топливных брикетов .....	406
<i>Титов А.С.</i> Разработка устройства на базе элемента Пельтье для энергообеспечения космических полетов .....	410
<i>Нижник М.И.</i> Исследование условий освещенности на рост растений .....	413
<i>Доронов И.А.</i> Влияние антибиотиков на рост и развитие растений редиса .....	416
<i>Фисенко П.В., Калашнюк Л.В., Тесник Ю.В.</i> Исследование влияния акридина на коррозию стали Ст-3 в кислотах .....	420
<i>Онбаева Д.Е., Демидов В.И., Тесник Ю.В.</i> Исследование качества воды в вендинговых аппаратах .....	423
<i>Мугавов Ш.И.</i> Оценка качества воды Яченского водохранилища в г. Калуге .....	426
<i>Хрусталева П.А.</i> Влияние внешних и внутренних факторов на состояние волос ..	429
<i>Прудников А.Ф., Цаплина А.В., Сафронова М.Е., Кусачева Е.А., Блинов В.А., Горбенко Д.Н.</i> Исследование электрохимических и биоэлектрохимических процессов в микробных топливных элементах .....	432
<i>Лебедева П.В.</i> Использование календарной сетки для нахождения математических закономерностей и визуального инструмента для демонстрации видов треугольников .....	436
<i>Бобров А.Е.</i> Чат-бот как инструмент эффективного сопровождения образовательного процесса .....	440

*Научное издание*

Наукоемкие технологии  
в приборо- и машиностроении  
и развитие инновационной  
деятельности в вузе

Региональная научно-техническая конференция

(Калуга, 15–17 апреля 2025 года)

Материалы конференции

Том 2

Художник *Э.Ш. Мурадова*  
Компьютерная верстка *С.А. Серебряковой*

Оригинал-макет подготовлен  
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты  
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 27.01.2027. Формат 70×100/16.  
Усл. печ. л. 36,56. Тираж 70 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.  
[press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)  
<https://press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.