

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Калужский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

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

Всероссийская научно - техническая конференция

(Калуга, 19–21 ноября 2024 года)

Материалы конференции

В двух томах

Том 2



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана
2025

УДК 378:001.891
ББК 74.58:72
Н34

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/8165/>

Руководитель конференции:

А.В. Полюлях (директор КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана),
Е.В. Вершинин (зам. директора по научной работе)

Оргкомитет конференции:

председатель оргкомитета *Е.В. Вершинин*,
ученый секретарь *В.В. Лебедев*

Члены оргкомитета:

Андреев В.В., д.т.н., профессор
Шаталов В.К., д.т.н., профессор
Перерва О.Л., д.э.н., профессор
Мазин А.В., д.т.н., доцент
Рамазанов А.К., к.ф.-м.н., доцент
Шафигулина Т.В., к.т.н., доцент
Анфилов К.Л., к.х.н., доцент
Мальшиев Е.Н., доцент
Мельников Д.В., к.т.н., доцент
Гагарин Ю.Е., к.ф.-м.н., доцент

Пономарев А.И. к.т.н., доцент
Витчук П.В., к.т.н., доцент
Максимов А.В., к.т.н., доцент
Сломинская Е.Н., к.т.н., доцент
Труханов К.Ю., к.т.н., доцент
Жинов А.А., к.т.н., доцент
Пащенко В.Н., к.т.н., доцент
Кусачева С.А., к.б.н., доцент
Белова Е.В., к.филол.н., доцент

Н34

Научные технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе : Всероссийская научно-техническая конференция (Калуга, 19–21 ноября 2024 года) : материалы конференции : в 2 т. / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Калужский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025.

ISBN 978-5-7038-6244-5

Т. 2. — 292, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6267-4

В сборнике материалов Всероссийской научно-технической конференции представлены результаты научных исследований, выполненных учеными в течение ряда лет. Систематизированы материалы различных научных школ. Результатами научных исследований являются новые методы, вносящие вклад в развитие теории, а также прикладные задачи, воплощенные в конструкции и материалы. Во второй том вошли материалы секций 13–19.

УДК 378:001.891

ББК 74.58:72

Издается в авторской редакции.

ISBN 978-5-7038-6267-4 (т. 2)

ISBN 978-5-7038-6244-5

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025

© Оформление. Издательство

МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025

Секция 13. Проектирование программно - информационных систем

УДК 004.75

Практическое руководство по безопасности контейнеров: от Docker до Kubernetes

Тарасов Кирилл Олегович

kirill.tarasov1371@gmail.com

Ерохин Илья Игоревич

erokhin_ii.@astralnalog.ru

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

Приведены рекомендации по защите контейнеров с использованием популярных инструментов. Введение контейнеров принесло значительные изменения в разработку и развертывание приложений. Docker и Kubernetes стали ключевыми инструментами в этом процессе, но, как и любая технология, они требуют особого внимания к безопасности. Целью данной работы является выявление основных аспектов защиты контейнеров, начиная с Docker и заканчивая Kubernetes.

Ключевые слова: Docker, Kubernetes, macvlan, etcd, Prometheus, Grafana, Clair, Triv

Контейнеры — это легкие, портативные и самодостаточные устройства (коробки), которые включают в себя все необходимое для запуска программного обеспечения, включая код, среду выполнения, системные инструменты, библиотеки и настройки. Docker — это платформа, которая упрощает создание, развертывание и управление контейнерами, в то время как Kubernetes — это инструмент оркестрации, т. е. автоматизации развертывания, масштабирования и управления контейнеризированными приложениями.

Контейнеры обладают многочисленными преимуществами, но они также создают новые проблемы в области безопасности. К ним относятся:

- изоляция: обеспечение надлежащей изоляции контейнеров друг от друга и от хост-системы (главная система);
- безопасность образов: проверка того, что в образах контейнеров нет уязвимостей и вредоносного кода;
- безопасность среды выполнения: защита запущенных контейнеров от атак и несанкционированного доступа извне;
- безопасность оркестровки: защита управления контейнерами для предотвращения несанкционированного контроля над такими приложениями.

Для защиты контейнеров нужно использовать официальные и надежные образы (исполняемые пакеты для запуска приложения). Всегда используйте официальные и надежные образы из авторитетных источников. Проверяйте целостность образов, проверяя их цифровые подписи и используя такие инструменты, как Docker Content Trust (DCT) [1].

Минимизируйте вероятность атаки. Уменьшите вероятность атаки, используя минимальное количество базовых образов и включая только необходимые зависимости (связи между объектами). Такие инструменты, как Docker Slim, могут помочь создавать образы меньшего размера и более безопасные.

Реализуйте минимальные привилегии. Запускайте контейнеры с минимальными необходимыми правами. Избегайте запуска контейнеров от имени пользователя root (суперпользователь) и используйте функцию пользовательского пространства имен в Docker, чтобы сопоставить пользователей контейнера с пользователями хоста, не имеющими прав root.

Регулярно проверяйте образы. Регулярно проверяйте образы контейнеров на наличие уязвимостей, используя такие инструменты, как Clair, Trivy или встроенные в Docker функции проверки безопасности. Своевременно устраняйте любые выявленные уязвимости [2].

Используйте безопасную сеть. Изолируйте контейнерные сети и используйте защищенные каналы связи. Docker предоставляет функции сетевой изоляции, такие как мостовые сети, оверлейные сети и сети macvlan, для повышения безопасности.

Отслеживайте и регистрируйте активность. Реализуйте мониторинг и ведение журнала для обнаружения подозрительной активности и реагирования на нее. Такие инструменты, как Falco и Sysdig, могут помочь отслеживать активность контейнера и применять политики безопасности.

Защита кластеров Kubernetes. Сервер API Kubernetes является центральной точкой управления кластером (группа компьютеров или серверов, работающих вместе как единая система). Закрепите его с помощью:

- включения аутентификации и авторизации;
- использования контроля доступа на основе ролей (RBAC) для обеспечения соблюдения принципа наименьших привилегий;
- включения ведения журнала аудита для отслеживания запросов API.

Используйте сетевые политики. Сетевые политики Kubernetes позволяют контролировать взаимодействие между модулями. Определите и примените сетевые политики для ограничения трафика и предотвращения несанкционированного доступа.

Безопасный etcd. etcd — это хранилище ключей и значений, используемое Kubernetes для хранения состояния кластера. Обезопасьте etcd с помощью:

- включения шифрования в режиме ожидания;
- использования протокола TLS для шифрования связи между клиентами и серверами etcd;
- ограничения доступа к etcd только необходимыми компонентами.

Внедрите политики безопасности модулей. Политики безопасности модулей (PSP) позволяют управлять параметрами безопасности модулей. Используйте PSP для обеспечения соблюдения рекомендаций по обеспечению безопасности, таких как:

- предотвращение доступа к привилегированным контейнерам;
- ограничение использования пространств имен узлов и сетей узлов;
- обеспечение доступа к корневым файловым системам, доступным только для чтения.

Регулярно обновляйте и вносите исправления. Поддерживайте компоненты и зависимости Kubernetes в актуальном состоянии. Регулярно применяйте

исправления безопасности для устранения уязвимостей и защиты от известных угроз [3].

Мониторинг и аудит. Внедрите мониторинг и аудит для обнаружения инцидентов безопасности и реагирования на них. Такие инструменты, как журналы аудита Prometheus, Grafana и Kubernetes, могут помочь вам отслеживать активность кластера и применять политики безопасности [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что защита контейнеров — важнейший аспект современной разработки программного обеспечения. Следуя рекомендациям по обеспечению безопасности Docker и Kubernetes, вы сможете защитить свои приложения и инфраструктуру от потенциальных угроз. Не забывайте об этом:

- используйте официальные и заслуживающие доверия образы;
- сведите к минимуму площадь атаки;
- реализуйте наименьшие привилегии;
- регулярно сканируйте образы;
- используйте защищенную сеть;
- отслеживайте и регистрируйте активность;
- защищайте сервер API Kubernetes;
- используйте сетевые политики;
- защищайте etcd;
- внедряйте политики безопасности pod;
- регулярно обновляйте и исправляйте;
- проводите мониторинг и аудит.

Выполнив эти действия, вы сможете обеспечить безопасность ваших контейнерных приложений и их устойчивость к атакам.

Литература

- [1] *Security. Docker Docks*. URL: <https://docs.docker.com/engine/security/> (дата обращения 24.09.2024).
- [2] *Безопасность для Docker-контейнеров*. URL: <https://habr.com/ru/companies/flant/articles/474012/> (дата обращения 24.09.2024).
- [3] *Security. Kubernetes*. URL: <https://kubernetes.io/docs/concepts/security/> (дата обращения 24.09.2024).
- [4] 33+ инструмента для безопасности Kubernetes. URL: <https://habr.com/ru/companies/flant/articles/465141/> (дата обращения 24.09.2024).

A practical guide to container security: from Docker to Kubernetes

Tarasov K.O.

kirill.tarasov1371@gmail.com

Erokhin I.I.

erokhin_ii.@astralnalog.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article provides recommendations for protecting containers using popular tools. The introduction of containers has brought significant changes to the development and deployment of applications. Docker and Kubernetes have become key tools in this process, but like any technology, they require special attention to security. The purpose of this work is to identify the main aspects of container protection, starting with Docker and ending with Kubernetes.

Keywords: *Docker, Kubernetes, macvlan, etcd, Prometheus, Grafana, Clair, Trivy*

УДК 004.051

Оптимизация асинхронных многопоточных фреймворков

Усачев Евгений Иванович

usachblog@gmail.com

Пчелинцева Наталья Ибрагимовна

pchelintseva.n@bmstu.ru

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

Исследована проблема низкой производительности асинхронных многопоточных фреймворков (АМФ). На основе проведенных тестов производительности были обнаружены основные проблемы. Выявлены основные правила для проектирования оптимизированных АМФ и для улучшения производительности существующих. Эти правила можно применять не только для проектирования и оптимизации фреймворков, но и для уменьшения задержки приложений, увеличения их пропускной способности, а также для удешевления обслуживания серверов.

Ключевые слова: высокая производительность, асинхронное программирование, многопоточные приложения, оптимизация приложений

Введение. Причиной написания этой работы является выявленная на тестах проблема производительности современных АМФ. В данной работе описаны основные правила для проектирования АМФ и для их оптимизации.

Тестирования производительности АМФ. На графиках ниже (рис. 1, 2) представлены результаты тестов производительности приложений на 12-ядерной машине. Решения написаны с использованием следующих фреймворков:

- Tokio: многопоточный асинхронный фреймворк, использующий stackless-корутины;

- Async-std: многопоточный асинхронный фреймворк, использующий stackless-корутины;

- SMOL: однопоточный асинхронный фреймворк, использующий stackless-корутины;

- May: многопоточный асинхронный фреймворк, использующий stackful-корутины;

- STD: стандартный синхронный фреймворк, использующий потоки, но очень хорошо оптимизированный;

- Orengine: многопоточный асинхронный фреймворк, использующий stackless-корутины, разработанный в соответствии с правилами из этой работы.

На графике выше можно заметить, что результат SMOL слишком низкий (около 110 000 запросов в секунду). Это доказывает, что однопоточное приложение имееткратно худшую производительность на многоядерных машинах.

На графике выше не представлен результат STD, потому что на текущий момент невозможно поднять 10 млн потоков на одной машине. Это доказывает необходимость использования асинхронных фреймворков в приложениях с большим количеством одновременных задач.

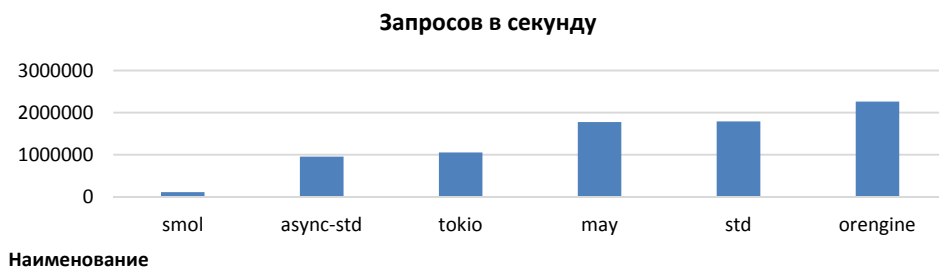


Рис. 1. Тест TCP echo-server. По оси Y запросы в секунду (больше — лучше)



Рис. 2. Тест создание 10 000 000 спящих задач. По оси Y использованная память в МБ (меньше — лучше)

Кроме описанных выше выводов, результаты также позволяют нам выдвинуть следующие утверждения:

- существует проблема производительности у современных АМФ
- фреймворки, использующие stackless-корутины, потребляют гораздо меньше памяти;
- используя stackless-корутины, можно написать решение более оптимизированное, чем использующее stackfull-корутины.

Основные правила для проектирования АМФ.

1. Надо создавать столько потоков, сколько ядер есть у машины. Тогда можно выполнить «привязку» каждого потока к одному ядру, что позволяет избежать большого количества переключений контекста.

2. Задачи должны быть разделены на «локальные» и «глобальные». Глобальные задачи могут перемещаться между потоками. Это позволяет реализовывать концепцию work-stealing (work-stealing — это алгоритм планирования для параллельных вычислений, при котором для каждого процесса существует одна очередь задач, из которой другой процесс может «украсть» задачи во время простоя [1]) или work-sharing, которая описана ниже. Локальные задачи никогда не покидают родительский поток. Это

позволяет создать отдельные локальные ресурсы, доступ к которым возможен только в одном потоке, что позволяет отказаться от примитивов синхронизации [2].

3. Для каждого потока должен быть создан локальный исполнитель (он же планировщик). Каждый исполнитель хранит свои локальные задачи, что позволяет не выделять дополнительные ресурсы для обеспечения локальности, а также позволяет создавать локальные задачи без примитивов синхронизации.

4. Концепция work-sharing реализуется так, что каждый исполнитель имеет свою очередь глобальных задач, и свою разделенную с другими исполнителями очередь. Глобальные задачи сначала попадают в локальную очередь глобальных задач, что позволяет создавать их без использования примитивов синхронизации. Когда очередь глобальных задач заполняется до предела, исполнитель отдает половину своих глобальных задач в разделенную очередь. Когда у исполнителя заканчиваются задачи, он забирает до половины задач из разделенной очереди своих соседей, пока не наберет достаточное количество. Таким образом, в приложении существует множество разделенных очередей, работа с которыми происходит с группировкой (исполнители или кладут несколько задач, или забирают несколько), что позволяет реализовать эти очереди через двоичный семафор. Если захватить блокировку не вышло, исполнитель пробует захватить блокировку у соседних очередей вместо ожидания.

5. Каждый исполнитель имеет своего собственного «работника» для операций ввода/вывода. Это позволяет выполнять эти операции без гонок. Если платформа позволяет, следует использовать «работника» на основе колец, вместо thread-pool, например, io-uring [3].

6. Поскольку не все «работники» могут выполнять все задачи, следует также создать пару блокирующихся потоков. Обращения к ним происходят редко, так как почти все «работники» поддерживают самые частые операции, что позволяет выделить минимальное количество ресурсов для этих потоков: создать по одному unbounded single-producer/single-consumer каналу для каждого исполнителя и каждого его блокирующегося потока. Таким образом, исполнитель никогда не блокируется на этом канале, и большую часть времени блокирующиеся потоки не тратят ресурсов, кроме выделенной на них оперативной памяти.

7. Спящие по времени задачи следует сложить в локальный для каждого исполнителя BTreeSet или BTreeMap и проверять задачи с самой скорой по времени исполнений. Таким образом, проверка этих задач зачастую будет занимать около 4–8 нс.

Основные правила для оптимизации АМФ.

1. Предпочтение должно быть отдано work-sharing перед work-stealing.

2. Задачи надо будить только в тот момент, когда они готовы к исполнению. Следует проектировать API АМФ таким образом, чтобы всегда знать, когда задача может быть пробуждена.

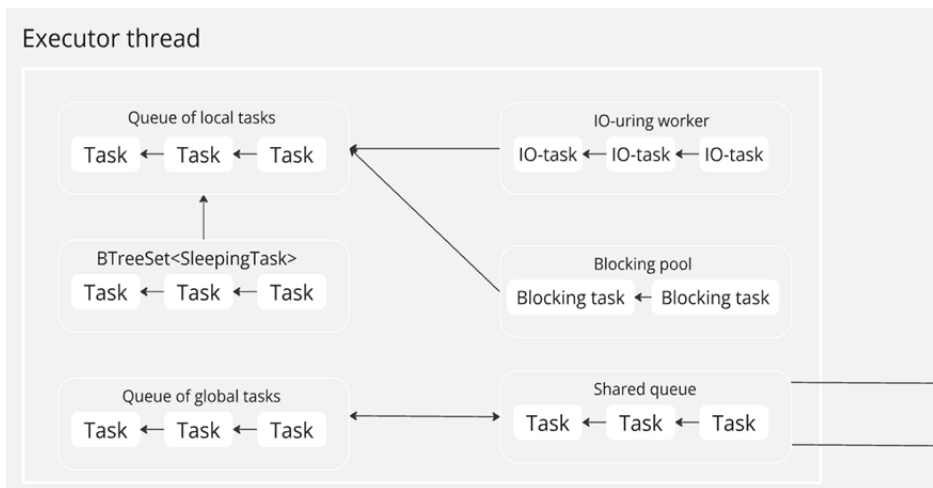


Рис. 3. Рекомендуемая архитектура фреймворка

3. Следует избавиться от всего лишнего в хранении задач. Следует отказаться от использования атомарных счетчиков ссылок на задачу в пользу концепции владения, от хранения ссылок на исполнителя (так как он локальный для каждого потока, следует использовать локальные `static` для хранения исполнителей) и от заголовков задач в пользу виртуальных таблиц, которые содержат, в том числе и реализацию `drop` [4].

4. Следует ввести локальные `object pool` для всех дорогих выделяющихся в куче структур. Так как эти `object pool` локальны, обращаться к ним можно без примитивов синхронизации, что позволяет выигрывать по скорости в сравнении с выделением в куче в оперативной памяти на любых объектах, которые весят больше 80 байт.

5. По возможности стоит использовать LIFO очереди задач, так как часто дочерняя задача ссылается на те же данные, что и родительская. Таким образом, дочерняя структура будет обращаться к все еще закешированным в процессоре данным.

6. Поскольку идея таких фреймворков впервые представляется в этой работе, не существует примитивов синхронизации, способных работать с такими АМФ, поэтому следует переписать их. В рамках этой работы не будут рассмотрены примитивы синхронизации, но за ее рамками они были написаны и показали себя лучше синхронных примитивов синхронизации и лучше других асинхронных аналогов [5].

Литература

- [1] Ian Macartney. *Work Stealing: Load-balancing for compute-heavy tasks*. URL: <https://dev-art.vercel.app/ianmacartney/work-stealing-load-balancing-for-compute-heavy-tasks-1g77#fn1> (дата обращения 16.10.2024).

- [2] *ScyllaDB team. Shared Nothing Architecture*. URL: <https://www.scylladb.com/glossary/shared-nothing-architecture/> (дата обращения 15.10.2024).
- [3] *Archlinux team. Io_uring*. URL: https://man.archlinux.org/man/io_uring.7.en (дата обращения 15.10.2024).
- [4] *Eze Sunday. Understanding Rust disambiguating traits: Copy, Clone, and Dynamic*. URL: <https://blog.logrocket.com/disambiguating-rust-traits-copy-clone-dynamic/> (дата обращения 15.10.2024).
- [5] *Усачев Е. Benchmarks*. URL: https://github.com/orengine/orengine/tree/main/benchmarks/cpu_bounded (дата обращения 15.10.2024).

Optimization of asynchronous multithreaded frameworks

Usachev E.I.

usachlog@gmail.com

Pchelintseva N.I.

pchelintseva.n@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The issue of low performance in asynchronous multithreaded frameworks (AMFs) has been investigated. Based on the performance tests conducted, the main problems were discovered. Essential principles for designing optimized AMFs and improving the performance of existing ones have been outlined. These principles can be applied not only to framework design and optimization but also to reduce application latency, increase throughput, and lower server maintenance costs.

Keywords: *high performance, asynchronous programming, multithreaded applications, application optimization*

УДК 004.89

Искусственный интеллект в области обработки цифрового изображения

Трибусян Богдан **Отчество?**

tribusyanb@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрена применимость искусственного интеллекта в области обработки цифрового изображения. Целью данной работы является изучение современных задач в данной области и обзор применения современных технологий в их решении. Тезисно выдвигаются популярные задачи данной области, рассматриваются основные методы обработки и результаты использования моделей нейронных сетей в конкретных задачах, а именно автоматическое распознавание лиц, медицинская диагностика на основе изображений и автономное вождение.

Ключевые слова: обработка изображения, методы обработки изображения искусственный интеллект, нейронные сети, задачи обработки изображений

Область обработки цифрового изображения сохранила актуальность своих задач, несмотря на то что известна человечеству с прошлого столетия. Процесс автоматизации с помощью искусственного интеллекта и развитие методов машинного обучения поставили новые вопросы в области обработки изображения для человека. Применение новых технологий в обработке изображений позволяет не только автоматизировать рутинные процессы, но и открывает возможности для новых способов анализа, генерации и улучшения изображений.

Новые возможности, полученные благодаря искусственному интеллекту, позволяют иначе взглянуть на задачи, которые раньше решались путем ручной настройки фильтров и классических алгоритмов компьютерного зрения. Наиболее популярные задачи на сегодняшний день:

- сегментация изображений — задача разделения изображения на части или выделения областей, относящихся к разным объектам. Сегментация широко применяется в медицине для выделения патологий на снимках, в автомобилестроении для распознавания дорожных объектов и в системах безопасности [1]. В рамках этой задачи используются сверточные нейронные сети (CNN) и их улучшенные версии, такие, как Fully Convolutional Networks (FCN) и U-Net;

- классификация изображений — определение к какому классу относится изображение. Классификация нашла применение в самых разных областях: от анализа медицинских изображений для выявления заболеваний до распознавания объектов на изображениях для организации каталогов. CNN, такие как AlexNet и ResNet, стали стандартом в задачах классификации изображений;

– детектирование объектов — определение местоположения объектов на изображении. Такие задачи востребованы в видеонаблюдении, автономном вождении и приложениях дополненной реальности [2]. Для этого обычно используются улучшенные CNN, такие как Faster R-CNN и YOLO, которые могут не только классифицировать объекты, но и определять их координаты на изображении;

– улучшение качества изображений включает в себя такие операции, как увеличение разрешения, устранение шумов и восстановление поврежденных областей. Одним из примеров является ситуация, когда низкокачественное изображение улучшает детализацию с помощью SRCNN и EDSR;

– стилизация изображений — задача изменения стиля изображения, не изменяя при этом его основное содержимое. Одним из самых известных примеров решения является использование StyleGAN, где объединяются изображение и выбранный стиль.

Решение вышеперечисленных задач заключается в гибком использовании различных методов обработки изображения. Обработка изображений включает в себя различные методы, которые позволяют улучшить визуальное качество, повысить четкость и выделить ключевые особенности изображения.

Первый распространенный метод обработки изображения — удаление шума. Шумы могут появляться по множеству причин: от помех в процессе передачи данных до дефектов самих сенсоров, которые используются для создания изображений. Для их устранения широко применяются методы фильтрации, такие как гауссов фильтр, который помогает сгладить изображение, минимизируя мелкие артефакты, но при этом не затрагивая крупные элементы и основные контуры. Современные методы на основе глубоких нейронных сетей позволяют сделать обработку изображения возможной даже в условиях сильной зашумленности.

Другой важный метод в обработке изображений — фильтрация, которая служит для выделения определенных признаков, таких как текстуры, градиенты и контуры. Например, медианный фильтр заменяет значение каждого пикселя медианным значением его соседей, что особенно эффективно для удаления так называемого «солевого и перцового» шума. Также широко используется фильтр Собеля, применяемый для подчеркивания краев объектов на изображении, что делает его подходящим для задач выделения контуров. Такие фильтры часто применяются в качестве подготовительных шагов в задачах классификации и сегментации изображений, помогая моделям выделить критически важные области и снизить объемы обработки на последующих этапах.

После выделения контуров для улучшения четкости изображения и усиления детализации используется метод повышения резкости. Одним из подходов здесь является использование фильтра Лапласа, который подчеркивает изменения в интенсивности пикселей и, таким образом, делает края объектов более явными. Особенно критично повышение резкости в таких областях, как

медицинская визуализация, где четкость мелких деталей необходима для точного анализа и диагностики.

Помимо улучшения резкости, важной задачей является коррекция цвета и контраста. Данная техника позволяет сбалансировать цветовую гамму изображения и повысить его видимость. Например, при съемке в условиях недостаточного освещения цвета могут искажаться, становясь тусклыми или искаженными. Коррекция цвета позволяет вернуть реалистичность изображению, делая его более насыщенным. Контраст также корректируется для улучшения восприятия объектов на изображении, чтобы сделать детали более различимыми. Такие корректировки осуществляются с помощью линейных и нелинейных преобразований яркости и насыщенности. Современные модели искусственного интеллекта анализируют особенности изображения и автоматически корректируют его цветовой и световой баланс.

Успешное решение вышеперечисленных задач обработки изображений позволяет решать глобальные задачи (распознавание лиц, медицинская диагностика и т. д.), где требуется понимание контекста и адаптации под данные. Современные системы способны решать такие задачи:

- распознавание лиц: известные системы FaceNet и ArcFace достигли точности до 99,63 % на наборе данных Labeled Faces in the Wild (LFW) и до 98 % на наборе MegaFace Challenge, где тестируется устойчивость к большому количеству фотографий и вариаций. За счет применения триплетной функции потерь удается минимизировать расстояние между изображениями одного человека и увеличивать его для разных лиц, что позволяет добиться высокой точности даже при сложных условиях (например, изменении освещения и выражений лица);

- медицинская диагностика: система U-Net для сегментации медицинских изображений, таких как МРТ и КТ, достигает точности от 85 до 90 % при идентификации опухолей мозга и других аномалий [3]. Для анализа рентгеновских изображений с целью диагностики заболеваний легких используется модель Mask R-CNN, которая объединяет себе распознавание объектов и сегментирование, что дает внушительную точность до 95 % в выявлении пневмонии и других патологий;

- автономное вождение и ADAS-системы: модель YOLOv4, применяемая для детекции объектов на дороге, достигает точности около 89,85 % и может обрабатывать кадры в реальном времени, что важно для автономного вождения [4]. R-CNN и ее модификации также широко применяются для анализа дорожной ситуации и определения объектов, таких как пешеходы и автомобили. Эти модели поддерживают высокую скорость обработки, критически важную для принятия решений на дороге

Использование искусственного интеллекта и методов машинного обучения позволило усовершенствовать методы обработки цифрового изображения, а также добиться существенных успехов в решении задач распознавания лиц, медицинской диагностики и автономного вождения, что открывает новые возможности, как для существующих систем, так и для человека в целом.

Литература

- [1] Тропченко А.А., Тропченко А.Ю. *Методы вторичной обработки и распознавания изображений*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2015, 215 с.
- [2] Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. *Компьютерная обработка и распознавание изображений*. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 2008, 192 с.
- [3] Firmansyah A., Kusumasari T.F., Alam E. N. Comparison of face recognition accuracy of arcfacenet, facenet and facenet512 models on deepface framework. 2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE). Jakarta, Indonesia, 2023, pp. 535–539.
- [4] Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. *FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering*. URL: <https://arxiv.org/abs/1503.03832> (дата обращения 04.11.2024).

Artificial intelligence in the field of digital image processing

Tribusyan B. tribusyanb@student.bmstu.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article examines the applicability of artificial intelligence in the field of digital image processing. The purpose of this work is to study modern problems in this field, and to review the application of modern technologies in their solution. The popular tasks of this field are put forward, the main processing methods and the results of using neural network models in specific tasks are considered, namely: automatic face recognition, image-based medical diagnostics and autonomous driving.

Keywords: image processing, image processing methods artificial intelligence, neural networks, image processing tasks

УДК 004.942

Оптимизация работы с большими массивами данных с использованием экосистемы Hadoop

Костромина Полина Алексеевна kostrominapa@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич gagarin_je@bmstu.ru

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

Рассмотрены основные аспекты оптимизации работы с большими объемами данных в экосистеме Hadoop. Эта платформа является одной из самых эффективных для обработки данных, и исследование направлено на анализ ее основных возможностей. Цель работы — проанализировать основные возможности Hadoop для распределенного хранения и обработки данных, включая изучение ключевых компонентов, таких как HDFS, MapReduce, YARN, Hive, Pig, а также их взаимосвязи и роли в повышении эффективности обработки данных. На основе исследования предлагаются выводы о потенциале Hadoop в обработке данных и его потенциале для масштабирования.

Ключевые слова: большие массивы данных, экосистема Hadoop, HDFS, MapReduce, Hive, YARN, Pig, масштабируемость, параллельная обработка данных

В современную эпоху цифровизации, когда информация является ключевым фактором и ее объемы постоянно увеличиваются, для обработки и анализа больших массивов данных требуются надежные и мощные средства. Одним из таких решений является Hadoop — распределенная платформа с открытым исходным кодом, которая была разработана и сфокусирована на эффективном хранении и обработке больших объемов массивов [1].

Hadoop включает в себя ряд инструментов, предназначенных для обработки больших объемов данных с гарантией высокой производительности и надежности.

HDFS — масштабируемая файловая система для удобного хранения и обработки больших объемов данных [2]. Она разделяет информацию на блоки, после чего размещает их по узлам кластера, балансируя нагрузку и гарантируя надежную защиту данных. HDFS дает возможность быстро записать и считать информацию, что очень удобно при таком объеме. По умолчанию система создает три копии каждого блока, что дополнительно защищает данные.

HDFS позволяет горизонтально масштабировать систему путем добавления узлов в кластер, что практически неограниченно увеличивает объемы хранимых данных. Кроме того, комплекс оптимизирован для работы с большими файлами, достигающими сотен гигабайт и терабайт, что делает ее прекрасным инструментом для обработки массивных данных.

MapReduce — подход к программированию, ориентированный на единовременную обработку big data [3]. Он разделяет задание на меньшие части

(map), выполняющиеся одновременно на разных узлах. Впоследствии выводы этих частей собираются и объединяются (reduce) для того, чтобы получить общий результат. MapReduce является популярным инструментом для оценки логов, обработки текста, проведения вычислений и других задач, где важна быстрота и параллельность обработки данных.

YARN — компонент, ответственный за регулирование и размещение ресурсов для выполнения приложений. Он дает возможность одновременно запускать более одной задачи на кластере и динамически перераспределять ресурсы, опираясь на изменения в нагрузке [4].

Hive и Pig — это специализированные языки программирования для того, чтобы была возможность обработать данные. Благодаря им писать запросы и исследовать данные более результативно и просто.

С Hive можно писать SQL-подобные запросы, тем самым упрощая работу с данными.

Pig использует язык Pig Latin, облегчая исследование данных и ускоряя процесс усовершенствования запросов [5].

Важно отметить, что Hive поддерживает работу с тем, что хранится в HDFS, и интеграцию с другими составляющими Hadoop. Он усовершенствован для обработки больших наборов данных, при этом поддерживая параллельную обработку и распределенные вычисления.

Apache Pig — инструмент экосистемы, был создан для того, чтобы упростить работу с big data путем абстрагирования сложных операций и предоставления удобного языка для их описания, называемого Pig Latin. С использованием такого инструмента можно обрабатывать данные и легко выполнять сложные операции, такие как фильтрация, сортировка, агрегация и объединение.

Pig Latin — это простой язык высокого уровня, благодаря которому можно обрабатывать данные, не прибегая к написанию сложных скриптов на Java, как в случае с MapReduce. Язык использует интуитивно понятные конструкции, похожие на SQL, но при этом позволяет выполнять более сложные и нестандартные задачи, объединяя несколько операций [6].

Эти компоненты гармонично взаимодействуют, обеспечивая стабильность, масштабируемость и адаптивность при обработке big data. Hadoop дает возможность сохранять данные и оценивать их в распределенной среде, что довольно критично при работе с массивами данных.

Представленные данные указывают на то, что экосистема Hadoop предлагает продвинутые средства для контроля и оценки big data. Улучшение результативности обработки данных в Hadoop позволяет значительно улучшить целесообразность использования. В будущем ожидается дальнейшее совершенствование технологий и методов оптимизации, что позволит еще чаще использовать большие данные в различных областях.

Литература

- [1] Мишенин А.Н., Блеканов И.С., Стученков А.Б. *Обработка больших данных. Введение в экосистему Hadoop*. Санкт-Петербург, Питер, 2022, 17 с.
- [2] Уайт Т. *Hadoop: подробное руководство*. Санкт-Петербург, Питер, 2015, 672 с.
- [3] Машнин Т. *Технология хранения и обработки больших данных Hadoop*. Москва, ЛитРес, 2021, 158 с.
- [4] Лэм Ч. *Hadoop в действии*. Москва, Вильямс, 2014, 432 с.
- [5] Нитин К. *Big data using hadoop and hive*. Москва, Эксмо, 2021, 21 с.
- [6] Гейтс А. *Programming pig*. О'Рейли, 2016, 350 с.

Optimizing work with large data arrays using the Hadoop ecosystem

Kostromina P.A.

kostrominapa@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E.

gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The described study examines the key aspects of optimizing work with large datasets within the Hadoop ecosystem, which is currently one of the leading platforms for data processing. The purpose of the study is to analyze the main capabilities of Hadoop for distributed storage and data processing, including an exploration of key components such as HDFS, MapReduce, YARN, Hive, Pig, as well as their interconnections and roles in improving data processing efficiency. Based on the research, conclusions are drawn about Hadoop's potential in data processing and its scalability capabilities.

Keywords: *big data arrays, Hadoop ecosystem, HDFS, MapReduce, Hive, YARN, Pig, scalability, parallel data processing*

УДК 004.89

Применение глубокого обучения для распознавания аномалий в поведении человека на видеозаписях

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 аномалий в поведении человека на видеозаписях. Этот подход позволяет значительно повысить точность и уровень надежности систем видеонаблюдения, делая их более автономными и эффективными. Глубокие нейронные сети, такие как 3D-CNN и комбинированные архитектуры CNN-RNN, позволяют не только выявлять аномальные действия, но и адаптироваться к различным условиям, ситуациям, что делает их незаменимыми в реальных системах безопасности.

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

В последние годы задачи распознавания аномалий в поведении человека на видеозаписях стали важным аспектом разработки систем безопасности и мониторинга. Системы, способные автоматически обнаруживать подозрительные действия, такие как драки, вандализм или несанкционированные вторжения, находят широкое применение в общественных местах, на предприятиях и в транспорте. Это связано с повышенной необходимостью автоматизации задач, которые ранее выполнялись человеком. Автоматическое распознавание аномалий позволяет сократить количество персонала, ускорить реагирование на потенциальные угрозы и повысить общую эффективность системы безопасности [1].

Для задачи распознавания аномалий в видеоданных используются различные архитектуры нейронных сетей, которые обрабатывают как пространственные, так и временные аспекты информации [2].

Сверточные нейронные сети (CNN). Сверточные нейронные сети успешно применяются для анализа изображений и видеок кадров, поскольку они могут выделять важные признаки, такие как формы и контуры объектов. Для анализа аномалий в поведении человека CNN используется в основном для обработки отдельных кадров, чтобы определить, содержится ли на изображении потенциальная аномалия. Однако при этом такие сети не учитывают временной контекст, что является недостатком при анализе последовательностей действий.

Рекуррентные нейронные сети (RNN). RNN и их модификации, такие как LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Unit), предназначены для обработки временных данных. Эти сети обучаются на последовательностях кадров, анализируя изменения во времени, что позволяет им

выявлять действия, развивающиеся на протяжении нескольких секунд. Такой подход хорошо подходит для детектирования аномалий, поскольку он учитывает, как изменяются поведенческие характеристики объектов с течением времени [3].

3D-CNN. Трехмерные сверточные сети — это расширение обычных CNN, где свертки применяются не только к пространственным, но и к временным измерениям. Это позволяет анализировать объемные данные, что особенно полезно при работе с видеопоследовательностями. В отличие от традиционных CNN, 3D-CNN способны захватывать временную информацию в каждом кадре, что делает их эффективными для анализа видеопотоков и позволяет более точно идентифицировать аномальные действия.

Комбинированные архитектуры CNN-RNN. Чтобы использовать преимущества как CNN, так и RNN, в ряде современных решений применяется комбинация этих архитектур. Например, CNN сначала выделяет пространственные признаки из каждого кадра, после чего RNN (или LSTM) анализирует временные связи между кадрами. Такой подход позволяет повысить точность классификации и выявления аномалий в действиях на основе видеопоследовательностей.

Применение глубокого обучения для распознавания аномалий в поведении человека на видеозаписях обладает несколькими преимуществами и недостатками:

- высокая точность и адаптивность: современные нейронные сети способны анализировать большие объемы данных и находить сложные корреляции между признаками, что повышает точность распознавания аномалий [3];
- автоматизация и снижение человеческого фактора: автоматизация процессов позволяет снизить нагрузку на операторов видеонаблюдения и исключить субъективность при оценке аномальных действий. Это критично для систем, работающих в реальном времени и требующих быстрых решений;
- обработка сложных и динамичных сцен: нейронные сети могут распознавать аномалии даже в сложных условиях: при изменении освещения, наличии помех или непредсказуемом движении объектов. Это делает глубокое обучение особенно ценным для применения в реальных системах видеонаблюдения [4].

Однако существуют и ограничения, с которыми сталкиваются исследователи и разработчики:

- необходимость больших объемов размеченных данных: для эффективного обучения и тестирования моделей необходимо большое количество размеченных данных, что требует ресурсов для их сбора и разметки. Отсутствие высококачественных данных может привести к снижению точности модели;
- сложности с интерпретацией результатов. Глубокие нейронные сети часто рассматриваются как «черный ящик», и объяснение причин срабатывания модели на конкретной аномалии может быть затруднительным.

Глубокое обучение уже находит широкое применение в различных областях, связанных с распознаванием аномалий в поведении человека. В послед-

ние годы технологии стали неотъемлемой частью современных систем видеонаблюдения, что позволяет повысить их эффективность и точность.

В рамках архитектуры и общего алгоритма были проанализированы существующие решения задачи распознавания человека на изображении. В первую очередь, поскольку анализ идет с точки зрения анализа изображения, то речь идет непосредственно о сверточных нейронных сетях. На данный момент существует две архитектуры распознавания объектов, построенных на сверточных слоях [4]:

– You only look once (YOLO) — это передовая сеть для распознавания объектов, разработанная Дж. Редмоном. Главное, что отличает ее от других популярных архитектур — это скорость. Модели семейства YOLO действительно быстрые, намного быстрее R-CNN и других. Это одна из немногих моделей, которая позволяет реализовать распознавание видеопотока в реальном времени;

– Single shot detector (SSD) — метод, который появился относительно позже. В данном случае используется лишь одна сверточная нейронная сеть для предсказания положения областей, без последующей классификации. Подобный подход в рамках единой структуры из тысячи прогнозов позволил SSD стать гораздо точнее по отношению к современным моделям распознавания.

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), art. 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] 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.
- [4] 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.

The use of deep learning to recognize anomalies in human behavior on video recordings

Shvedov I.A.

ivan.shvedov7@mail.ru

Belov Y.S.

ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers the application of deep learning methods for the task of recognizing anomalies in human behavior on video recordings. This approach significantly improves the accuracy and reliability of video surveillance systems, making them more autonomous and efficient. Deep neural networks, such as 3D-CNN and combined CNN-RNN architectures, allow not only to detect abnormal actions, but also to adapt to various conditions, which makes them indispensable in real security systems.

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

УДК 004.89

Технологии анализа аэрокосмических снимков для определения состояния земного покрова

Герасимова Софья Вячеславовна gerasimovasv@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Представлен обзор современных технологий анализа аэрокосмических снимков для мониторинга состояния земного покрова. Рассматриваются методы классификации изображений, анализа изменений, выделения объектов и построения цифровых моделей рельефа. Описаны алгоритмы машинного и глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети, рекуррентные сети и методы генеративного обучения, которые применяются для обработки мультиспектральных и гиперспектральных данных. Обзор методов акцентирует внимание на их применимости, преимуществах и ограничениях для решения задач в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, охране окружающей среды и других областях.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, спутниковые изображения, обработка изображений, машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети, сегментация, мониторинг земного покрова, геопространственный анализ

Анализ земельного покрова с использованием космических снимков стал одним из ключевых направлений в геоинформационных и экологических исследованиях. Этот анализ предоставляет ценные данные для управления природными ресурсами и охраны окружающей среды.

Использование спутников и аэрофотосъемки дает возможность получать информацию о состоянии земной поверхности в режиме реального времени или по расписанию. Это значительно облегчает долгосрочное наблюдение и оперативную реакцию на естественные и техногенные изменения. Снимки, сделанные спутниками и беспилотными летательными аппаратами, представляют собой разнообразные изображения: от многоцветных до радиолокационных данных. Благодаря такой информации можно проводить глубокий анализ поверхности Земли и выявлять изменения в окружающей среде.

Изображения, полученные с помощью аэрокосмических съемок, представляют собой фотографии различных мест, сделанные с разной высоты и различными параметрами оборудования. Эти изображения могут быть зафиксированы при использовании разного типа датчиков, например мультиспектральных и гиперспектральных камер, радиолокационных установок и лидаров [1]. Каждый вид датчика предоставляет уникальные данные о земной поверхности — ее состоянии, структуре, химическом составе и уровне влажности.

Особенности съемки с воздуха и космических изображений включают в себя высокое качество изображения, многополосность и широкий охват

территории. Мультиспектральные данные позволяют анализировать объекты на Земле по спектральным характеристикам — такие как различия в отражении растительности, водоемов и почвы. Гиперспектральные данные обеспечивают более подробную информацию о спектре каждого пикселя, что позволяет определять материал объекта его химический состав и физические свойства.

Изучение изображений с аэрокосмических платформ включает применение разнообразных технологий:

Классификация изображений — метод классификации позволяет определить принадлежность пикселей изображения к определенным классам: лес, водоем, городская застройка, сельскохозяйственные угодья и т. д. Традиционные методы классификации включают использование алгоритмов машинного обучения, таких как SVM (метод опорных векторов) и деревья решений. Современные подходы часто основываются на нейронных сетях, таких как сверточные нейронные сети (CNN), что позволяет достичь высокой точности в определении классов.

Одной из важных задач является анализ изменений в течение времени. Он позволяет оценить динамику изменений земного покрова, таких как вырубка лесов, застройка территорий, сезонные изменения в сельском хозяйстве и т. д. Для этой задачи широко используются методы сравнительного анализа изображений, полученных в разные периоды времени [2]. Особое значение имеет создание временных рядов и их обработка с использованием методов машинного обучения.

Для анализа данных о состоянии земного покрова также важна задача выделения объектов, например определения границ полей, лесных массивов или водоемов. Одним из методов выделения объектов является сегментация изображений, которая может быть выполнена с использованием алгоритмов, таких как Watershed и активные контуры, а также современных методов на основе глубокого обучения, включая сети Unet и Mask R-CNN.

Реконструкция рельефа и построение цифровых моделей с использованием данных с лидаров или стереоизображений можно построить цифровую модель рельефа (ЦМР), которая позволяет более точно оценить высотные характеристики земного покрова и рельефа. Эти данные полезны для оценки изменений высотных характеристик, например при мониторинге размыва берегов или слежения за эрозией почвы.

Гиперспектральные данные используются для определения состава почвы и растительности. С помощью методов спектральной деконволюции и анализа спектральных подпунктов можно определить содержание химических веществ, типы пород и степень влажности.

Современные методы анализа изображений активно используют возможности машинного обучения и глубоких нейронных сетей. Наиболее популярными подходами являются.

Сверточные нейронные сети (CNN) — применяются для классификации и сегментации изображений. Эти сети способны извлекать признаки объектов

и классифицировать их по классам. CNN получили широкое распространение благодаря возможности автоматического извлечения иерархии признаков, что делает их эффективными для анализа мультиспектральных и гиперспектральных данных [3].

В задачах анализа временных рядов (например, для анализа изменений) используются рекуррентные нейронные сети, включая LSTM и GRU. Эти сети позволяют обрабатывать последовательные данные, что особенно полезно для анализа изменений земного покрова по временным рядам изображений.

Генеративно-состязательные сети (GAN) нашли применение в создании искусственных изображений и улучшении разрешения снимков. Например, GAN могут быть использованы для улучшения качества низкоразрешенных космических снимков, что помогает получить более четкие данные о состоянии земного покрова.

Методы глубокого обучения для сегментации (Unet, Mask R-CNN). Сети, такие как Unet, широко применяются для сегментации изображений и выделения объектов. В отличие от традиционных методов, Unet позволяет выделять объекты с высокой точностью и применять модель к изображениям с различными характеристиками.

Технологии анализа снимков нашли применение в различных областях.

В сельском хозяйстве мониторинг полей с помощью спутниковых данных позволяет оценивать состояние урожая, выявлять болезни растений, анализировать содержание влаги и планировать полив. Это способствует повышению урожайности и снижению затрат на производство.

Космическая съемка помогает отслеживать вырубку лесов, оценивать состояние лесных массивов, выявлять пожары и планировать восстановительные работы [4]. Спутниковые данные позволяют своевременно реагировать на угрозы и минимизировать ущерб экологии.

Анализ изменений земного покрова дает возможность отслеживать воздействие человека на природу, анализировать последствия катастроф, таких как наводнения, пожары и утечки нефти, а также контролировать распространение вредных выбросов.

Данные космической съемки используются для оценки полезных ископаемых, мониторинга шахт и месторождений, а также для анализа состояния почв и рельефа в местах добычи.

Анализ аэрокосмических снимков предоставляет уникальные возможности для детального изучения и мониторинга состояния земного покрова. Современные методы машинного обучения и глубокого обучения открывают новые горизонты для анализа данных, позволяя более точно и эффективно определять состояние природных ресурсов и контролировать влияние антропогенной деятельности на окружающую среду [2]. В дальнейшем ожидается еще большее развитие технологий обработки изображений, что позволит расширить возможности мониторинга Земли и способствовать более устойчивому развитию.

Литература

- [1] Кулик Е.Н., Гордиенко А.С. *Мониторинг природных комплексов по аэрокосмическим снимкам*. Новосибирск, СГУГиТ, 2022, 102 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] Цветков В.Я., Савиных В.П. *Космическая геоинформатика*. Санкт-Петербург, Лань, 2023, 184 с.
- [4] *Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории*. Тюмень, ГАУ Северного Зауралья, 2023, 149 с.

Technologies for analyzing aerospace images to determine the state of the earth's cover

Gerasimova S.V.

gerasimovasv@student.bmstu.ru

Belov Y.S.

ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article provides an overview of modern technologies for analyzing satellite images for monitoring the state of the Earth's cover. The methods of image classification, analysis of changes, selection of objects and construction of digital terrain models are considered. Machine learning and deep learning algorithms such as convolutional neural networks, recurrent networks and generative learning methods that are used to process multispectral and hyperspectral data are described. The review of the methods focuses on their applicability, advantages and limitations for solving problems in agriculture, forestry, environmental protection and other fields.

Keywords: remote sensing, satellite images, image processing, machine learning, deep learning, neural networks, segmentation, land cover monitoring, geospatial analysis

УДК 004.81

Проектирование генеративных моделей искусственного интеллекта

Живайкин Андрей Сергеевич

zhas@bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_ye@bmstu.ru

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

Проведен анализ генеративных моделей, математических основ, позволяющих симулировать мышление человеческого мозга и механизмов контекстуализации слов с несколькими значениями. Целью анализа является обоснование ключевых принципов и математических основ функционирования генеративных моделей машинного обучения, а также изучение технических решений, применяемых для преобразования естественного языка в формализованные данные, понятные вычислительным системам. Перечисляются применяемые при выполнении работы этапы и порядок их выполнения. По результатам делаются выводы о возможных перспективах применения проектируемых систем.

Ключевые слова: нейросеть, искусственный интеллект, машинное обучение, векторная арифметика, генеративные модели

Генеративные модели [1] — это класс алгоритмов машинного обучения, которые в последние годы произвели революцию в различных сферах, от искусства до науки. Ключевой особенностью генеративных моделей является способность обучаться на существующих данных и создавать новые, похожие на исходные.

Любая генеративная модель зиждется на многомерной векторной математике [2]. Каждое слово представлено в виде вектора, расположенного в мнимом пространстве слов, где более похожие слова находятся в непосредственной близости друг от друга. В вырожденном случае возможно представить двухмерное линейное пространство с определенным числом векторов, стратегически расположенных в зависимости от родства слов. Геометрическая абстракция теряет смысл параллельно увеличению числа измерений, однако компьютер вычисляет, не создавая абстракций. Многомерная векторная арифметика позволяет компьютеру выстраивать аналогии, симулируя деятельность мозга человека, используя сложные вычисления [3]. Оптимальный алгоритм преобразования слов в вектора был представлен в 2013 г. компанией Google.

Так как вычислительные машины созданы для работы с детерминированными данными, преобразование натурального (человеческого языка) вызывает определенные трудности. Например, слово «лук» может означать как вид оружия, так и вид овоща. Соответственно, для каждого из них представляется необходимым создание отдельного вектора с различными числами, определяющими контекст [4], в котором слово используется. Для того чтобы гарантировать максимальную однозначность, в моделях отведены слои,

определяющие контекст. Каждый следующий слой берет результат вычисления предыдущего и уточняет контекст для слов с несколькими смыслами для последующей генерации [5] аналогичного слова. Такой подход позволяет атомарно распараллеливать и перекладывать все вычисления на эффективные ядра графических процессоров. Скалярное произведение — основное арифметическое действие в процессе определения схожести слов.

Впоследствии слова рассматриваются индивидуально, и взвешенная сумма их векторов определяет вероятное последующее слово. С каждым последующим прогоном через слой слово становится более контекстуально похожим на заданное.

В современных моделях присутствуют два типа слоев. Слои внимания отвечают за ее долгосрочную память (учитывают контекст предыдущих запросов), а слои прогона взвешивают схожесть слов, тем самым гарантируя точный результат [6], одновременно избавляясь от возможных ошибок и предубеждений при генерации ответа.

Современные генеративные модели преуспевают в, казалось бы, непосильных для вычислительных машин задач — написание историй, эссе, генерация программного кода. Одна из причин успешности — масштаб. Трудно переоценить количество данных, которые содержат современные модели. Например, модель GPT-3 была обучена на корпусе данных, состоящего примерно из 500 млрд слов. Как сравнение, среднестатистический ребенок к десятилетию в жизни сталкивается примерно со 100 млн слов.

Генеративные модели играют ключевую роль в формировании новой парадигмы взаимодействия человека и машины. С их помощью возможно реализовать адаптивные и самообучающиеся системы, способные решать сложные задачи в условиях неопределенности. Важно отметить, что процесс обучения таких моделей требует значительных вычислительных ресурсов и объемов данных. Современные технологии позволили внедрить более гибкие и мощные алгоритмы, например архитектуры трансформеров, которые обрабатывают последовательности данных, учитывая контексты и их взаимосвязи. Трансформеры основываются на механизме внимания, который позволяет модели фокусироваться на значимых элементах в длинных последовательностях, улучшая тем самым качество и точность генерации текстов. Например, в задаче перевода текстов с одного языка на другой трансформеры способны учитывать не только перевод отдельных слов, но и синтаксическую структуру, которая играет важную роль в передаче смысла. Вдобавок, сложные языковые модели требуют точной настройки и обработки параметров, так как даже небольшое изменение конфигурации может существенно повлиять на результаты.

Модели являются мощным инструментом для решения широкого круга задач, в особенности монотонных. Исследования в области искусственного интеллекта продолжаются, и новые достижения в этой сфере постоянно меняют наше представление о возможностях генеративных моделей и других ИИ-систем.

Литература

- [1] Антохина Ю.А., Кричевский М.Л., Мартынова Ю.А., Оводенко А.А. *Искусственный интеллект. Инноватика*. Санкт-Петербург, ГУАП, 2023, 320 с.
- [2] Басаргин А.А. *Методы искусственного интеллекта*. Новосибирск, СГУГиТ, 2022, 164 с.
- [3] Колмогорова С.С. *Обработка данных алгоритмами искусственного интеллекта в системе интернета вещей*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 104 с.
- [4] Кревецкий А.В., Ипатов Ю.А., Роженцова Н.И. *Основы технологий искусственного интеллекта*. Йошкар-Ола, ПГТУ, 2023, 272 с.
- [5] Остроух А.В., Суркова Н.Е. *Системы искусственного интеллекта*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 228 с.
- [6] Пальмов С.В. *Системы и методы искусственного интеллекта*. Самара, ПГУТИ, 2020, 191 с.

Generative AI model design

Zhivaikin A.S. zhivaykinas@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E. gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In the described study generative models, mathematical foundations allowing to simulate thinking of human brain and mechanisms of contextualization of words with several meanings are investigated. The purpose of the analysis is to substantiate the key principles and mathematical foundations of generative models of machine learning, as well as to study the technical solutions used to transform natural language into formalized data understandable by computational systems. The stages used in the work and the order of their fulfillment are listed. Based on the results, conclusions are drawn about the possible prospects of application of the designed systems.

Keywords: neural network, artificial intelligence, machine learning, vector arithmetic, generative models

УДК 004.89

Основные парадигмы машинного обучения для автоматизации программирования

Сафронов Никита Сергеевич

safronovns@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрены три основные парадигмы автоматизации кода с использованием машинного обучения: генерация кода по описанию (Description-to-Code), генерация описания по коду (Code-to-Description) и модификация кода на основе кода (Code-to-Code). Парадигма Description-to-Code позволяет автоматизировать создание кода на основе текстовых описаний. Парадигма Code-to-Description сосредоточена на автоматическом создании документации и пояснений к уже существующему коду. Парадигма Code-to-Code направлена на оптимизацию, рефакторинг и исправление ошибок в коде.

Ключевые слова: автоматизация кода, машинное обучение, генерация кода по описанию, генерация описания по коду, модификация кода, создание кода, генерация документации, оптимизация кода, рефакторинг кода

Помимо традиционных инструментов, разработчики могут использовать модели машинного обучения для автоматизации рутинных задач. Рассмотрим три основные парадигмы автоматизации кода с использованием методов ML: генерация кода по описанию («Description-to-Code»), генерация описания по коду («Code-to-Description») и модификация кода на основе кода («Code-to-Code») [1]. Эти парадигмы ориентированы на различные аспекты работы с программным обеспечением.

Парадигма «Description-to-Code» предполагает, что модель создает исполняемый код на основе входных данных (текстовое описание или другие структурированные данные). Этот подход позволяет переводить задачи, описанные на естественном языке, в машинные инструкции, что упрощает процесс разработки, особенно в случаях, когда нет четкого требования к реализации, но известен желаемый результат. В рамках данной парадигмы выделяются три основных направления:

Создание кода на основе текстовых описаний. Модели могут генерировать код по запросам на естественном языке, создавая функции и методы на таких языках, как Python, JavaScript и SQL [2].

Программирование по примерам (Programming by Example, PBE). В рамках этого направления модели создают код, основываясь на предоставленных примерах входных и выходных данных. Указывается несколько примеров, и модель создает функцию или алгоритм, который обеспечивает аналогичный результат для других входных данных.

Генерация интерфейсов на основе изображений. В некоторых случаях создание пользовательских интерфейсов можно автоматизировать с помощью

моделей, которые преобразуют визуальные дизайны в код HTML/CSS или JavaScript.

Парадигма Description-to-Code требует моделей, которые могут эффективно обрабатывать текстовые данные и создавать логически корректный код. Наиболее подходящие для этой парадигмы архитектуры — трансформеры, которые обучены на больших объемах текстовых и кодовых данных. Эти модели учитывают контекст задачи, имеют гибкость в генерации и обладают высокой точностью [3].

Парадигма Code-to-Description направлена на преобразование программного кода в текстовое описание, которое делает код более понятным для разработчиков и других специалистов. Эта парадигма востребована для задач создания документации, комментирования, и упрощения понимания логики сложных алгоритмов. В рамках парадигмы выделяются следующие направления:

Автоматическая генерация документации. Модель может анализировать код и создавать описание функций и методов, объясняя их назначение и параметры.

Суммаризация кода. Часто бывает необходимо упростить сложный код, особенно если он использует многократные вычисления или нестандартные подходы. Модели, работающие по принципу Code-to-Description, могут генерировать краткие и точные описания, делая код более доступным для широкого круга разработчиков.

Автоматическое комментирование кода. Эта задача ориентирована на создание комментариев к коду для улучшения его читаемости. ML-модели могут анализировать логические блоки кода и предлагать поясняющие комментарии, указывающие на цель каждого блока и общую логику выполнения, что упрощает работу с чужим кодом.

Для задач Code-to-Description хорошо подходят модели, обученные на обработке текстов, такие как BERT и T5. Они способны интерпретировать код и преобразовывать его в содержательные описания, что делает их полезными для создания документации. Преимуществами этих моделей являются: понимание семантики кода, высокая точность генерации описаний и адаптируемость под конкретные языки программирования и стили кода.

Парадигма Code-to-Code ориентирована на преобразование и улучшение уже существующего кода. Она охватывает широкий спектр задач, связанных с улучшением структуры и качества кода, таких как:

- автоматическое исправление ошибок. Модели могут находить и устранять ошибки, что особенно актуально для автоматического «ремонта» программного обеспечения (Automated Program Repair, APR). Такие модели анализируют код и его выполнение, выявляют потенциальные проблемы и предлагают исправления, что способствует повышению стабильности;

- рефакторинг кода. Рефакторинг направлен на улучшение структуры и читаемости кода без изменения его функционала. Модели Code-to-Code могут автоматизировать этот процесс, преобразовывая сложные участки кода в более понятные и поддерживаемые версии;

– оптимизация производительности. Code-to-Code также помогает в оптимизации, заменяя неэффективные конструкции более производительными. Это особенно важно для программ, работающих с высоконагруженными системами или обработкой больших объемов данных.

Для задач Code-to-Code обычно используют специализированные трансформеры, обученные на больших объемах данных из репозитория программного обеспечения. Эти модели могут находить оптимальные паттерны и предлагать улучшения в коде. Преимущества этих моделей: контекстное понимание ошибок, поддержка структуры и читаемости, оптимизация затрат на обслуживание написанного кода.

Применение методов машинного обучения для автоматизации программирования открывает перед разработчиками новые возможности. Каждая из рассмотренных парадигм позволяет автоматизировать различные этапы работы с программным кодом: Description-to-Code помогает автоматизировать написание кода, Code-to-Description упрощает процесс создания документации и комментирования, а Code-to-Code улучшает структуру и производительность. Автоматизация на базе машинного обучения способствует ускорению процесса разработки, снижению затрат и повышению качества создаваемого программного обеспечения.

Литература

- [1] Dehaerne E., Dey B., Halder S., Gendt S., Meert W. Code Generation Using Machine Learning: A Systematic Review. *IEEE Access*, 2022. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3196347>
- [2] Pengcheng Y., Graham N. A Syntactic Neural Model for General-Purpose Code Generation. *CoRR*, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1704.01696>
- [3] Desai A., Gulwani S., Hingorani V. Program synthesis using natural language. *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering ACM*, 2016, pp. 345–356. <http://dx.doi.org/10.1145/2884781.2884786>

Machine learning paradigms for code automation

Safronov N.S. safronovns@student.bmstu.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This paper examines three main paradigms of code automation using machine learning: Description-to-Code, Code-to-Description, and Code-to-Code. The Description-to-Code paradigm enables the automated generation of code from textual descriptions. The Code-to-Description paradigm focuses on the automatic creation of documentation and explanations for existing code. The Code-to-Code paradigm is aimed at optimizing, refactoring, and correcting errors within code.

Keywords: code automation, machine learning, Description-to-Code, Code-to-Description, Code-to-Code, code generation, documentation generation, code optimization, code refactoring

УДК 004.81

Практическое применение генеративных моделей искусственного интеллекта

Костюшин Ярослав Валерьевич kostyushinyav@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич gagarin_ye@bmstu.ru

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

Рассмотрены наиболее перспективные области практического использования генеративных моделей искусственного интеллекта, их текущие достижения и существующие ограничения. Проанализированы ключевые направления дальнейшего развития этих технологий. Целью анализа является оценка потенциала генеративных моделей ИИ для решения актуальных задач в различных сферах, а также выявление основных препятствий на пути их широкого внедрения.

Ключевые слова: нейросеть, искусственный интеллект, управляемая генерация, генеративные модели, дискриминативные модели

Генеративные модели искусственного интеллекта являются одним из наиболее интересных и перспективных направлений современных исследований в области машинного обучения. В отличие от традиционных дискриминативных моделей [1], которые фокусируются на классификации и предсказании, генеративные модели ставят своей целью создание новых данных, подобных имеющимся в обучающей выборке. Этот подход, основанный на изучении вероятностного распределения данных, открывает широкие возможности для практического применения искусственного интеллекта в самых разных сферах — от создания реалистичного контента до решения сложных инженерных задач. Генеративные модели, по сути, учатся «понимать» сущность данных и использовать это понимание для генерации нового, оригинального контента, сохраняющего при этом характеристики исходных данных.

Одной из наиболее востребованных на практике областей применения генеративных моделей искусственного интеллекта является генерация текста. Современные нейросетевые языковые модели, такие как GPT-4, способны генерировать связные, семантически осмысленные тексты практически на любую тему — от новостных статей и рекламных слоганов до художественных произведений и научных тезисов. Более того, с помощью техник управляемой генерации [2] (prompt engineering) можно точно настраивать текстовый вывод моделей под конкретные задачи пользователей, задавая стиль, тон и содержание генерируемого текста. Например, можно попросить модель написать текст в стиле Шекспира или создать краткое резюме длинной статьи.

Технологии генерации текста уже активно внедряются в различные сферы — от автоматизации маркетинга и создания чат-ботов до помощи в написании академических работ и генерации сценариев для фильмов. Однако для широкого практического использования таких систем необходимо решить

ряд важных задач, связанных с обеспечением достоверности, непротиворечивости и этичности генерируемого контента [3]. Важно отметить, что генерируемый текст может содержать фактические ошибки, отражать предубеждения, присутствующие в обучающих данных, или быть использован для создания дезинформации.

Не менее важным направлением является применение генеративных моделей для создания реалистичных изображений, видео и аудио. Модели, такие как DALL-E, Midjourney и Stable Diffusion, способны генерировать фотореалистичные изображения и произведения искусства по любому текстовому описанию, открывая новые горизонты для творчества и дизайна. Эти технологии значительно увеличивают возможности создания визуального контента, позволяя быстро и недорого создавать уникальный мультимедийный контент [4], который может быть использован в рекламе, играх, киноиндустрии и других областях. Генеративные модели также могут использоваться для создания реалистичных 3D-моделей, анимации и даже музыки.

Вместе с тем, широкое распространение подобных систем порождает новые риски:

- неточность — генеративным моделям свойственно выдумывать факты, учитывая контекст и прогнозирующую натуру нейросети;

- предубежденность и отсутствие фильтра — модели лишь предсказывают следующее слово относительно схожести предыдущим, поэтому фильтровать вывод представляется необходимым. Генеративным моделям неизвестны законы и правила морали, а вывод не свободен от предубеждений, собственных человеческому языку;

- отсутствие прозрачности — генеративные модели не изучены до конца, и даже те компании, которые владеют крупнейшей инфраструктурой с лучшими моделями на рынке, не могут предсказать в полной мере поведение модели в определенных ситуациях;

- нарушение авторских прав — в условиях крупного набора данных и дообучения при использовании, практически невозможно гарантировать, что ввод не будет сохранен для последующего использования генеративной моделью.

Помимо создания реалистичного контента, генеративные модели находят применение в моделировании и оптимизации комплексных инженерных систем [5]. Так, технологии вариационных автоэнкодеров и генеративно-состязательных сетей успешно используются для моделирования сложных физических процессов, оптимизации производственных цепочек, управления финансовыми рисками и многого другого.

Например, в области материаловедения генеративные модели позволяют исследовать огромное множество молекулярных структур и находить оптимальные решения для создания новых материалов с заданными свойствами. В логистике такие модели помогают оптимизировать маршруты доставки грузов, учитывая множество факторов — от дорожной обстановки до погодных условий [6].

Важным преимуществом генеративных моделей в этих задачах является их способность захватывать сложные нелинейные зависимости в данных и генерировать правдоподобные варианты решений, которые затем можно анализировать и тестировать. Тем самым эти технологии выступают мощным инструментом для ускорения инновационных процессов в самых разных отраслях.

Литература

- [1] Антохина Ю.А., Кричевский М.Л., Мартынова Ю.А., Оводенко А.А. *Искусственный интеллект. Инноватика*. Санкт-Петербург, ГУАП, 2023, 320 с.
- [2] Басаргин А.А. *Методы искусственного интеллекта*. Новосибирск, СГУГиТ, 2022, 164 с.
- [3] Колмогорова С.С. *Обработка данных алгоритмами искусственного интеллекта в системе интернета вещей*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 104 с.
- [4] Кревецкий А.В., Ипатов Ю.А., Роженцова Н.И. *Основы технологий искусственного интеллекта*. Йошкар-Ола, ПГТУ, 2023, 272 с.
- [5] Остроух А.В., Суркова Н.Е. *Системы искусственного интеллекта*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 228 с.
- [6] Пальмов С.В. *Системы и методы искусственного интеллекта*. Самара, ПГУТИ, 2020, 191 с.

Practical usecases of generative AI models

Kostyushin Y.V.

kostyushinyav@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E.

gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The described study considers the most promising areas of practical use of generative models of artificial intelligence, their current achievements and existing limitations. The key directions of further development of these technologies are analysed. The aim of the analysis is to assess the potential of generative AI models for solving actual problems in various spheres, as well as to identify the main obstacles to their widespread implementation.

Keywords: *neural network, artificial intelligence, prompt engineering, generative models, discriminative models*

УДК 004.912

Сравнение алгоритмов работы антиплагиата

Фетисов Максим Евгеньевич

fetisovme@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_je@bmstu.ru

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

Описаны понятие и принцип работы антиплагиата. Определены проблемы его реализации. Рассмотрен алгоритм шинглов как пример алгоритма антиплагиата. Дано определение шинглам. Приведены этапы работы этого алгоритма, его достоинства и недостатки. На основе его недостатков было выведено требование в алгоритмах, учитывающих семантику текста. Эти алгоритмы были рассмотрены и был описан их основной принцип работы. Проведено сравнение этих алгоритмов и получены результаты, корректно отражающие различие между ними. Сделаны выводы, что данные алгоритмы имеют свои преимущества и недостатки и могут быть использованы в разных системах в зависимости от требований к их функционалу.

Ключевые слова: антиплагиат, заимствование, плагиат, алгоритм шинглов, шингл, канонизация, семантика, синтаксис, векторизация

Антиплагиат является одним из самых важных применений алгоритмов текстового сходства. Он играет ключевую роль во многих аспектах жизнедеятельности разных людей, особенно он полезен для студентов и авторов различных статей в интернете. Сама задача антиплагиата, а именно анализ и сравнение текстов, написанных человеком и не только, предполагает постоянное развитие алгоритмов его работы, которое включает оптимизацию алгоритма по времени, повышение точности вычислений, устранение уязвимостей, а также использование новых более продвинутых технологий (например, машинное обучение). Следовательно, эта тема будет актуальна до тех пор, пока не будет достигнут «потолок» в этом развитии и, допустим, ИИ не будет способен за минимально возможное время с почти стопроцентной вероятностью определять, кем был написан текст и откуда он был взят.

Сама идея антиплагиата существует еще с моментов зарождения интернета, как общедоступной среды для деятельности множества пользователей. Проблема плагиата становилась все более существенной с ростом активности в интернете, поэтому поиск заимствований для его обнаружения и пресечения стал ключевым средством поддержания порядка в области авторского права.

Принцип работы антиплагиата хоть и понятен для человека, но, когда дело доходит до его реализации, появляется целый ряд проблем. Сложно не только заставить компьютер «понимать» текст, но и правильным образом осуществить сравнение текстов на уровне самих слов и предложений без учета их смысла, ведь нельзя просто сравнивать строки, содержащие текста,

нужно учитывать порядок слов, стоп-слова, синонимы, перефразирования и т. п. Рассмотрим в качестве примера алгоритм шинглов.

Алгоритм шинглов. Суть алгоритма состоит в разбиении текста на множество шинглов с определенной длиной и их сравнении. Под шинглом понимается набор подряд идущих слов (или символов) длиной, соответствующей заранее определенной длине шингла. Шинглы идут друг за другом, при этом каждые соседствующие шингла имеют одно общее слово как показано на рисунке [1].



Пример разбиения строки на шинглы длиной 3

Сам алгоритм предполагает не только деление на шинглы, но и ряд других важных этапов. К ним относятся: канонизация текста, разбиение текста на шинглы, вычисление хэш-значений каждого шингла, случайная выборка определенного числа хешей-шинглов, сравнение этих хешей.

Данный алгоритм широко используется во многих современных системах. Несмотря на его простоту, он хорошо определяет плагиат, а также его можно модифицировать и улучшить так, чтобы он учитывал некоторые уязвимости его оригинальной реализации. Под уязвимостями понимаются различные способы повышения уникальности текста. К таким относятся замена слов на синонимы, замена некоторых букв на похожие буквы другого языка или символы, перестановка слов, разные виды перефразирования (рерайт, перевод на другой язык и обратно, использование ИИ), использование текста, переведенного с другого языка и т. д. Некоторые из этих способов можно пресечь, просто модифицировав алгоритм шинглов, например добавив дополнительную обработку текста в этап категоризации текста. Но остальные способы действительно помогают обойти систему, так как они меняют текст, оставляя его смысл. А значит для того, чтобы эти способы не работали, алгоритм должен учитывать семантику текстов.

Алгоритмы, учитывающие семантику текстов. Эти алгоритмы разнятся в зависимости от используемых методов и моделей машинного обучения, но суть у них одна: текст представляется в виде точек в пространстве или векторов. Близкие по смыслу фрагменты текста должны находиться рядом, то есть задача сводится к кластеризации векторов текста. Тогда схожесть текстов будет вычисляться по близости их векторов. Таким образом, алгоритм не сравнивает слова и их сочетания, он сравнивает их смыслы. Теперь никакие

перефразирования не изменят результат, так как они изменяют слова, но не смыслы. А также алгоритм не зависит от того, на каком языке написан текст, так как вектора могут вычисляться на разных языках, но при этом быть одинаковыми по структуре.

Важный момент такого алгоритма состоит в построении векторов текста. Алгоритм не знает смысловые связи между фрагментами текста. Поэтому либо он должен сам их определить по тексту, либо ему они должны быть предоставлены. Алгоритм может использовать разные методы и разные метрики для векторизации текстов (KNN, SVM, TF-IDF, word2vec) [2, 3]. Существуют определенные ресурсы, предоставляющие семантические знания, например Викиданные. Но куда выгоднее обучить алгоритм, так чтобы он сам определял связи. Для этого лучшим вариантом будет использовать нейронную сеть. Такую сеть обучают на тестовой выборке, состоящей из некоторых семантических связей между фрагментами текста, и далее она сама определяет связи и строит вектора.

Сравнение алгоритмов. Для сравнения были разработаны 2 алгоритма: алгоритм шинглов и алгоритм с векторизацией текста. Оба алгоритма написаны на Python и просто сравнивают 2 текста и выводят результат сравнения. Второй алгоритм реализован с помощью векторной базы данных Pinecone. В ней реализованы векторизация текста и семантический поиск, нужные для реализации алгоритма [4].

Для сравнения был выбран произвольный текст и произведено его перефразирование собственноручно и посредством ИИ ChatGPT. Результаты сравнения занесены в таблицу.

Результаты сравнения

Вариант сравнения	Алгоритм шинглов	Алгоритм с векторизацией текста
Сравнение текста со своей копией	100 %	100 %
Сравнение текста с перефразированным текстом	73,33 %	99,88 %
Сравнение текста с перефразированным ChatGPT текстом	1,22 %	62,34 %

Как видно, даже при небольшом перефразировании, алгоритм шинглов показывает более низкий процент заимствования, а текст от ChatGPT он и вовсе отметил почти не заимствованным. Второй алгоритм почти не меняет значение при малом перефразировании, а при перефразировании от ChatGPT он все еще определяет заимствование, но с куда меньшим значением. Так произошло из-за простоты алгоритма и маленького размера текста, но, тем не менее, значения показательны.

Рассмотренные алгоритмы отражают два разных подхода к решению задачи антиплагиата. С одной стороны, алгоритм шинглов и ему подобные учитывают только синтаксис текста, вследствие чего они довольно просты в ре-

лизации и более распространены. С другой стороны, алгоритмы с векторизацией текста учитывают семантику текста, что позволяет им решать многие проблемы антиплагиата, но также делает их более затруднительными для реализации из-за использования машинного обучения. Оба эти решения имеют свои преимущества, поэтому оба занимают важное место в реализации антиплагиата. Но стоит отметить, что, несмотря на их различия, они могут быть применены одновременно. Такая система используется в Антиплагиат.ру для выявления переводных заимствований [5].

Литература

- [1] Поиск нечетких дубликатов. Алгоритм шинглов для веб-документов. URL: <https://habr.com/ru/articles/65944/> (дата обращения 07.11.2024).
- [2] Соколова К.А. Обзор методов семантического анализа текстов. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики. VIII Междунар. науч.-практ. конф., посв. Дню космонавтики: сб. материалов*. Красноярск, Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева 2022, т. 3, с. 172–175.
- [3] Бурлаева Е.И. Анализ методов преобразования текстов в форму объектов векторного пространства. *Программная инженерия*, 2019, т. 10, № 1, с. 30–37.
- [4] Официальный сайт документации Pinecone. URL: <https://www.pinecone.io/learn> (дата обращения 07.11.2024).
- [5] Главные функции системы «Антиплагиат». URL: <https://antiplagiat.ru/main-functions-of-anti-plagiarism/> (дата обращения 07.11.2024).

Comparison of anti-plagiarism algorithms

Fetisov M.E. fetisovme@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E. gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The concept and principle of anti-plagiarism are described. The problems of its implementation have been identified. The Shingle algorithm is considered as an example of an anti-plagiarism algorithm. The definition of shingles is given. The stages of operation of this algorithm, its advantages and disadvantages are given. Based on its shortcomings, a requirement was derived in algorithms that take into account the semantics of the text. These algorithms have been reviewed and their basic principle of operation has been described. A comparison of these algorithms has been carried out and results have been obtained that correctly reflect the difference between them. It is concluded that these algorithms have their advantages and disadvantages and can be used in different systems depending on the requirements for their functionality.

Keywords: anti-plagiarism, borrowing, plagiarism, shingle algorithm, shingle, canonicalization, semantics, syntax, vectorization

УДК 81'322.2

Применение методов линейной алгебры, статистических и вероятностных подходов для оптимизации алгоритмов обработки естественного языка

Кузин Никита Сергеевич

nekitcus@mail.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_je@bmstu.ru

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

Проанализирована эффективность методов линейной алгебры, статистики и вероятности для оптимизации алгоритмов обработки естественного языка (NLP). Основная цель — повысить точность и производительность алгоритмов за счет снижения вычислительной сложности и улучшения интерпретации текстовых данных. Рассмотрены методы векторизации текста, уменьшения размерности, статистической оценки данных и вероятностных подходов для учета неопределенности в языковых моделях. Исследование включает сравнение с традиционными методами NLP, оценку их эффективности для задач классификации текста, синтаксического и семантического разбора, прогнозирования и генерации текста, а также обсуждение технических аспектов внедрения этих методов, включая ресурсы, интерпретацию моделей и устойчивость к шуму данных.

Ключевые слова: обработка естественного языка, линейная алгебра, статистические и вероятностные методы, анализ текстов, обработка данных, языковые модели, матричное разложение

Применение методов линейной алгебры, статистических и вероятностных подходов играет важную роль в оптимизации алгоритмов обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Эти подходы обеспечивают эффективное представление, анализ и обработку текстовых данных, что необходимо для создания продвинутых NLP-систем, способных к пониманию и генерации человеческого языка. Основные методы, такие как векторные представления слов, сокращение размерности и машинное обучение, существенно повышают производительность при решении задач, включая анализ тональности, автоматическое резюмирование и машинный перевод [1].

Методы линейной алгебры в NLP. Линейная алгебра лежит в основе многих алгоритмов NLP, позволяя переводить слова в векторные представления, которые алгоритмы могут использовать для установления семантических взаимосвязей между терминами.

Word2Vec — это группа моделей, которые преобразуют слова в плотные векторы фиксированной размерности, отражающие их семантическое сходство [2]. Она включает в себя такие архитектуры, как Continuous Bag of Words (предсказывает текущее слово по контексту) и Skip-Gram (предсказывает контекстные слова по текущему слову). Полученные векторы слов отра-

жают семантические отношения: слова с похожим контекстом будут иметь близкие векторы [3].

GloVe сочетает глобальную матричную факторизацию и локальный контекст для обучения векторных представлений. Основная идея заключается в использовании матрицы совместной встречаемости слов X , где X_{ij} — количество раз, когда слово i встречается вместе со словом j в определенном контексте:

$$J = \sum_{i=1}^V \sum_{j=1}^V f(X_{ij})(w_i^T \tilde{w}_j + b_i + \tilde{b}_j - \log X_{ij})^2,$$

где V — размер словаря; w_i и $\tilde{w}_j$ — обучаемые векторные представления слов и контекстов соответственно; b_i и $\tilde{b}_j$ — смещения для слов и контекстов; $f(X_{ij})$ — весовая функция, которая регулирует вклад различных пар слов ($f(x) = \left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^\alpha$); $x_{\max}$ — гиперпараметр, который ограничивает значение $f(x)$ при больших значениях x ; α — параметр, который регулирует степень нормализации ($\alpha = 0,75$).

Статистические подходы в NLP. NLP использует различные статистические методы для анализа и интерпретации языка, полагаясь на обработку данных для выявления языковых паттернов и структур.

TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) — один из ключевых статистических методов, используемых в обработке текстов для анализа значимости слов. Он основан на частотном анализе текста и позволяет количественно оценить важность слов в документе относительно всей коллекции документов. Метод TF-IDF получил широкое распространение в задачах информационного поиска, текстовой аналитики и извлечения признаков для машинного обучения.

TF-IDF оценивает значимость слова с учетом двух компонентов:

- частота термина (Term Frequency, TF) измеряет, насколько часто слово появляется в конкретном документе. Чем больше слово встречается в документе, тем вероятнее, что оно играет значимую роль для его содержания;
- обратная частота документа (Inverse Document Frequency, IDF) измеряет, насколько слово распространено по всему корпусу документов. Если слово часто встречается в разных документах, его значимость снижается, поскольку оно является общим и, вероятно, менее информативным для конкретного документа.

TF-IDF рассчитывается для каждого слова в каждом документе следующим образом: TF измеряет, насколько часто слово t встречается в документе d по сравнению с общим количеством слов в документе. Это можно выразить через следующую формулу:

$$TF(t, d) = \frac{f(t, d)}{\sum_{w \in d} f(w, d)},$$

где t — это слово или термин, частоту которого вычисляем в документе; d — документ, в котором считаем количество вхождений t ; $f(t, d)$ — количество вхождений t в документе d ; w — произвольное слово в документе d .

IDF измеряет важность слова в корпусе документов D . Чем реже слово встречается в коллекции, тем больше его IDF. Вычисляется следующим образом:

$$IDF(t, D) = \log \frac{|D|}{|\{d \in D : t \in d\}| + 1},$$

где $|D|$ — общее число документов в корпусе; $|\{d \in D : t \in d\}|$ — количество документов, содержащих t .

Итоговый вес слова в документе вычисляется как произведение TF и IDF :

$$TF - IDF(t, d, D) = TF(t, d) * IDF(t, D).$$

TF-IDF используется для представления текста в виде числового вектора, который затем может использоваться в алгоритмах машинного обучения. Преобразованный текст может быть использован для классификации, кластеризации и других задач.

Данный метод обладает рядом преимуществ. TF-IDF легко вычисляется и интерпретируется, что делает его доступным для большинства задач текстовой аналитики. Однако TF-IDF не учитывает семантические связи между словами, такие как порядок или контекст, что ограничивает его способность понимать смысл текста. Метод не различает синонимы и не учитывает многозначность слов, что может снижать точность моделей, работающих с текстом [4].

Вероятностные подходы в NLP. Вероятностные подходы играют важную роль в NLP, обеспечивая математическую основу для моделирования и прогнозирования языковых паттернов.

LDA (Latent Dirichlet Allocation) — это вероятностная модель тематического моделирования, которая позволяет извлекать скрытые темы из коллекции текстов. Она основывается на предположении, что каждый документ представляет собой смесь нескольких тем, а каждая тема — это распределение слов [5].

Для каждого документа d выбирается распределение тем θ_d с параметром Дирихле α для распределения тем в документе:

$$\theta_d \sim \text{Dirichlet}(\alpha).$$

Для каждого слова w_n в документе d выбирается тема z_n из θ_d :

$$z_n \sim \text{Multinomial}(\theta_d).$$

Выбирается слово w_n из распределения слов выбранной темы z_n :

$$w_n \sim \text{Multinomial}(\phi_{z_n}).$$

Вычисление вероятности корпуса рассчитывается как:

$$P(D|\alpha, \beta) = \prod_{d=1}^M \int P(\theta_d|\alpha) \left(\prod_{n=1}^{N_d} \sum_{z_{dn}} P(z_{dn}|\theta_d) P(w_{dn}|z_{dn}, \beta) \right) d\theta_d,$$

где α — параметр Дирихле для распределения тем в документе;

β — параметр Дирихле для распределения слов в теме;

θ_d — распределение тем в документе d ;

ϕ_k — распределение слов в теме k .

Модель LDA позволяет определить, какие темы присутствуют в корпусе документов и какие слова характерны для каждой темы.

LSA — это метод, используемый для выявления семантических отношений между словами и документами, основанный на линейной алгебре. Он применяет сингулярное разложение матрицы (SVD) для снижения размерности данных, что позволяет выявить скрытые зависимости и семантические структуры [5].

$$A = U\Sigma V^T,$$

где U — матрица левых сингулярных векторов (слова);

Σ — диагональная матрица с сингулярными значениями (весами);

V^T — матрица правых сингулярных векторов (документы).

Для снижения размерности используются только k наиболее значимых сингулярных значений:

$$A_k = U_k \Sigma_k V_k^T.$$

Данный метод улучшает результаты поиска за счет учета семантики, используется для классификации и кластеризации документов на основе семантического содержания, а также применяется для анализа настроений и выявления тематик [5, 6].

Скрытые марковские модели (НММ) — это статистические модели, используемые для описания систем, находящихся в одном из нескольких скрытых состояний, когда наблюдаемые данные зависят от этих состояний. НММ часто применяются в NLP для задач, таких как разметка частей речи и распознавание речи.

$$P(O|\lambda) = \sum P(O|Q, \lambda) P(Q|\lambda),$$

где $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_N\}$ — множество скрытых состояний;

$O = \{o_1, o_2, \dots, o_T\}$ — последовательность наблюдений;

$A = [a_{ij}]$ — матрица переходов между состояниями;

$B = [b_i(o_t)]$ — матрица вероятностей эмиссии;

$\pi = [\pi_i]$ — начальное распределение состояний; $\lambda = (A, B, \pi)$.

На основе НММ существует более совершенная модель, которая лучше справляется с контекстом. CRF (Conditional Random Fields) — вероятностная

модель для разметки последовательностей, которая устраняет некоторые ограничения HMM, учитывая будущий контекст [5–6].

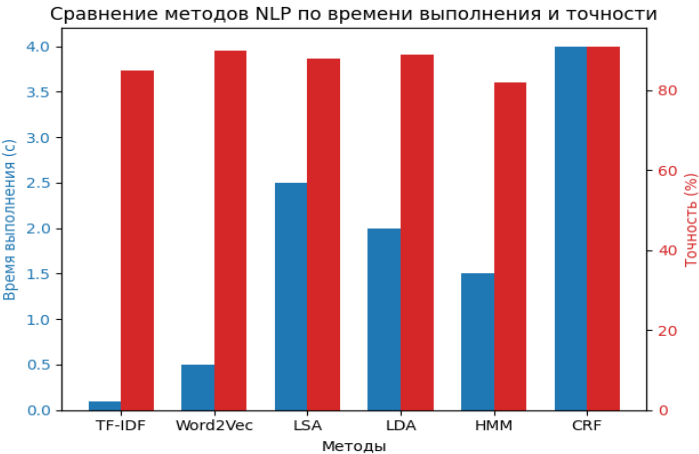
$$P(y|x) = \frac{1}{Z(x)} \exp \left(\sum_t \sum_k \lambda_k f_k(y_{t-1}, y_t, x, t) \right),$$

где f_k — признаки; λ_k — веса признаков; $Z(x)$ — функция нормализации.

Модель учитывает зависимость между метками, более гибкая в выборе признаков, но сложна в обучении и требует больших ресурсов для больших наборов данных.

Сравнительный анализ методов **NLP нет ссылок в тексте на рисунок и таблицу**

Метод	Преимущества	Недостатки	Сложность
TF-IDF	Простота, учитывает важность слов	Не учитывает порядок и семантику	$O(n)$
Word2Vec	Улавливает семантические отношения	Требует больших данных для обучения	$O(n * d)$
LSA	Снижает размерность, выявляет скрытые структуры	Вычислительно затратен	$O(n^2 \log(n))$
LDA	Выявляет скрытые темы, хорошо подходит для больших наборов данных	Чувствительность к выбору количества тем, сложность интерпретации тем	$O(n \log(n))$
HMM	Эффективен для последовательностей	Ограничен предположением Маркова	$O(n^2)$
CRF	Учитывает контекст	Сложность обучения	$O(n^3)$



Сравнение методов NLP по времени и точности

Таким образом, для исследования использовались наборы данных с различными объемами, чтобы охватить широкий диапазон размеров и отследить, как методы обрабатывают увеличивающийся объем информации. Алгоритмы были реализованы на Python, используя популярные библиотеки для обработки данных и машинного обучения, такие как `scikit-learn` и `gensim` для моделей Word2Vec и LDA, а также `numpy` и `scipy` для линейной алгебры и оптимизаций.

Анализ показал, что выбор метода зависит от цели: для быстрого анализа — TF-IDF, для семантических связей — Word2Vec и LDA, для последовательных данных — HMM и CRF.

Литература

- [1] Бендикова И.Г. *Алгоритмы обработки естественного языка: теория и практика*. Москва, Наука, 2021.
- [2] Виноградов И.В. *Методы линейной алгебры в обработке информации*. Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2022.
- [3] *Basic concepts of linear algebra for NLP — Python Natural Language*. URL: <https://www.oreilly.com/library/view/python-natural-language/9781787121423/4313de9e-f298-4c83-be23-3d51acc4b081.xhtml> (дата обращения 01.11.2024).
- [4] *Who Needs Backpropagation? Computing Word Embeddings with Linear Algebra*. URL: <https://dustinstansbury.github.io/theclevermachine/info-theory-word-embeddings> (дата обращения 01.11.2024).
- [5] Probability and structure in natural language processing. URL: <https://homes.cs.washington.edu/~nasmith/psnlp-2012/> (дата обращения 01.11.2024).
- [6] Dimensionality Reduction — Popular Techniques and How to Use Them. URL: <https://nexocode.com/blog/posts/dimensionality-reduction-techniques-guide/> (дата обращения 01.04.2024).

Application of linear algebra, statistical and probabilistic approaches for optimizing natural language processing algorithms

Kuzin N.S.

nekitcus@mail.ru

Gagarin Y.E.

gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This research presents analyzes the effectiveness of linear algebra, statistical, and probabilistic methods for optimizing natural language processing (NLP) algorithms. The main goal is to improve the accuracy and performance of algorithms by reducing computational complexity and enhancing text data interpretation. The study covers methods for text vectorization, dimensionality reduction, statistical data assessment, and probabilistic approaches to account for uncertainty in language models. It includes a comparison with traditional NLP methods, evaluating their efficiency in tasks such as text classification, syntactic and semantic parsing, text prediction, and generation. Additionally, it discusses technical aspects of implementing these methods, including resource requirements, model interpretability, and robustness to data noise.

Keywords: *natural language processing, linear algebra, statistical and probabilistic methods, text analysis, data processing, language models, matrix decomposition*

УДК 004.056.5

Малоиспользуемые алгоритмы асинхронного шифрования в современных криптосистемах

Иову Дмитрий Андреевич

ida21ki116@student.bmstu.ru

Красавин Евгений Васильевич

e.krasavin@bmstu.ru

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

Проведено исследование четырех малораспространенных алгоритмов асимметричного шифрования, которые находят применение в современных криптосистемах: Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem и NTRU. В работе рассматриваются математические основы каждого из алгоритмов, их принципы действия, а также особенности, позволяющие выделить данные алгоритмы среди других методов асимметричного шифрования. Основное внимание уделяется сравнительному анализу их криптографической стойкости и эффективности, а также перспективам использования данных методов в условиях возрастающей угрозы квантовых вычислений. Проводится оценка сложности вычислений, объема требуемых ресурсов, устойчивости к основным видам атак и возможностей адаптации к практическим задачам.

Ключевые слова: асимметричное шифрование, Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem, NTRU, криптографическая стойкость, квантово-устойчивая криптография, алгоритмы шифрования

В современном цифровом мире обеспечение безопасности информации приобретает особую важность, особенно в свете развития квантовых вычислений, которые ставят под угрозу традиционные криптографические методы. В связи с этим актуально изучение и внедрение альтернативных алгоритмов шифрования. В данной статье рассматриваются четыре малоиспользуемых алгоритма асимметричного шифрования: Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem и NTRU. Анализируются их математические основы, принципы работы и особенности, выделяющие их среди других методов. Основное внимание уделено оценке криптографической стойкости, эффективности и потенциала применения данных алгоритмов.

Алгоритм Okamoto-Uchiyama основан на сложности факторизации чисел вида $n = p^2q$, где p и q — большие простые числа. Он использует модульную арифметику и свойства групп вычетов по модулю n . Безопасность алгоритма основана на сложности факторизации числа n и вычисления дискретного логарифма по модулю составного числа. Без знания секретного ключа p расшифровать сообщение практически невозможно.

Алгоритм Okamoto-Uchiyama характеризуется быстрой работой шифрования и дешифрования благодаря использованию эффективных модульных операций. Это обеспечивает высокую скорость обработки данных, и может служить заменой таким алгоритмам, как RSA, особенно в приложениях, где

важны скорость и эффективность. Кроме того, алгоритм позволяет использовать более короткие ключи без потери безопасности, что сокращает объемы данных для хранения и передачи. Низкая вычислительная нагрузка делает его пригодным для использования на устройствах с ограниченными ресурсами, таких как мобильные устройства или встроенные системы [1].

Алгоритм Goldwasser-Micali основан на сложности различения квадратичных вычетов и невычетов по модулю составного числа $n = p \times q$, где p и q — большие простые числа. Он использует свойства квадратичных символов в кольце вычетов по модулю n . Безопасность алгоритма обусловлена сложностью факторизации числа n и невозможностью определить квадратичный характер числа без знания секретных ключей. Шифрование каждого бита сообщения осуществляется с использованием случайных значений, что делает алгоритм вероятностным и повышает его криптографическую стойкость.

Алгоритм характеризуется высокой степенью безопасности, но низкой эффективностью при шифровании больших объемов данных из-за значительного увеличения размера шифротекста. Он подходит для шифрования небольших сообщений или ключей, где требуется максимальная защита. Вероятностная природа делает его полезным в протоколах, требующих доказуемой безопасности и стойкости к адаптивным атакам [2].

Алгоритм LUC использует последовательности Люка, расширяющие числа Фибоначчи, применяя их уникальные математические свойства для шифрования. Его безопасность основана на сложности факторизации числа $n = p \times q$, подобно RSA, но вместо обычного модульного возведения в степень используются операции с последовательностями Люка [3].

Применение последовательностей Люка добавляет дополнительную математическую сложность, повышая устойчивость к некоторым атакам. Эффективность алгоритма схожа с RSA, хотя может требовать больше вычислительных ресурсов. LUC Cryptosystem предлагает альтернативный подход к шифрованию, обеспечивая разнообразие методов защиты данных [4].

Алгоритм NTRU основан на использовании полиномиальных колец и решеток, что отличает его от традиционных методов шифрования. Он оперирует полиномами с целыми коэффициентами, используя операции свертки для шифрования и дешифрования сообщений. Безопасность NTRU обусловлена сложностью решения задач на решетках, которые считаются устойчивыми к квантовым атакам. Это делает алгоритм перспективным для квантово-устойчивых криптосистем [5].

NTRU характеризуется высокой эффективностью и производительностью. Операции шифрования и дешифрования выполняются быстро благодаря использованию простых полиномиальных операций. Он подходит для систем с высокими требованиями к скорости и безопасности, таких как мобильные коммуникации и интернет вещей [6].

В данной статье рассмотрены четыре малоиспользуемых алгоритма асимметричного шифрования: Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem и NTRU. Алгоритм Okamoto-

Uchiyama обеспечивает быстрое шифрование с короткими ключами. Goldwasser-Micali отличается высокой криптографической стойкостью благодаря вероятностному шифрованию и идеален для защиты небольших, критически важных сообщений. LUC Cryptosystem, использующий последовательности Люка, предлагает альтернативу традиционным методам и обеспечивает дополнительную защиту от специфических атак, хотя и требует больше ресурсов. NTRU является квантово-устойчивым алгоритмом с высокой эффективностью и небольшими ключами, перспективным для применения в условиях угрозы квантовых атак. Малоиспользуемые алгоритмы имеют потенциал усилить безопасность современных криптосистем, и их дальнейшее изучение и внедрение могут обеспечить надежную защиту информации в будущем.

Литература

- [1] Okamoto T., Uchiyama S. A new public-key cryptosystem as secure as factoring. *Advances in Cryptology — EUROCRYPT'98. Lecture Notes in Computer Science*, 1998, vol. 1403, pp. 308–318.
- [2] Goldwasser S., Micali S. Probabilistic encryption. *Journal of computer and system sciences*, 1984, vol. 28 (2), pp. 270–299.
- [3] Smith P., Lennon M.J.J. LUC: A new public key system. *Advances in Cryptology — EUROCRYPT'93. Lecture Notes in Computer Science*, 1993, vol. 765.
- [4] Григорьев Д.Ю. Криптография с открытым ключом и теория инвариантов. *Записки научных семинаров ПОМИ*, 2002, т. 293, с. 26–38.
- [5] Hoffstein J., Pipher J., Silverman J.H. NTRU: A ring-based public key cryptosystem. *Algorithmic number theory (ANTS III). Lecture notes in computer science*, 1998, vol. 1423, pp. 267–288.
- [6] Жиров А.О., Жирова А.О., Кренделев С.Ф. Безопасные облачные вычисления с помощью гомоморфной криптографии. *Безопасность информационных технологий*, 2013, № 1, с. 6–12.

Little - used asynchronous encryption algorithms in modern cryptosystems

Iovu D.A.

ida21ki116@student.bmstu.ru

Krasavin E.V.

e.krasavin@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article examines four poorly distributed asymmetric encryption algorithms that are used in modern cryptosystems: Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem and NTRU. The paper examines the mathematical foundations of each of the algorithms, their principles of operation, as well as the features that make it possible to distinguish these algorithms from other methods of asymmetric encryption. The main focus is on a comparative analysis of their cryptographic strength and effectiveness, as well as the prospects for using these methods in the face of the increasing threat of quantum computing. An assessment of the complexity of calculations, the amount of resources required, resistance to the main types of attacks and the possibilities of adaptation to practical tasks is carried out.

Keywords: symmetric encryption, Okamoto-Uchiyama Cryptosystem, Goldwasser-Micali Cryptosystem, LUC Cryptosystem, NT RU, cryptographic strength, quantum-stable cryptography, encryption algorithms

УДК 004.8

Обзор архитектуры ResNet

Золотарев Артем Максимович

zolotarevam@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрена архитектура ResNet (Residual Network). ResNet предназначена для решения проблем затухания градиента при обучении глубоких нейронных сетей за счет остаточных соединений, что улучшает точность и стабильность моделей. Также в статье анализируются ключевые компоненты блока, включая свертки, нормализацию и активацию, обсуждаются преимущества и недостатки рассматриваемой архитектуры, а также применение ResNet в нейронных сетях для различных целей. Цель статьи — провести анализ архитектуры ResNet.

Ключевые слова: искусственный интеллект, глубокое обучение, ResNet, распознавание изображений

В последние годы глубокое обучение стало одним из наиболее обещающих направлений в искусственном интеллекте, и сверточные нейронные сети (CNN) занимают в этом центральное место. Одним из наиболее значимых достижений в этой сфере является ResNet (Residual Network), разработанная группой исследователей из Microsoft Research. ResNet кардинально трансформировала методику проектирования глубоких нейронных сетей, обеспечивая значительное повышение точности и стабильности в процессе обучения.

Трудности, которые возникают при обучении глубоких нейронных сетей, такие как исчезающий градиент, представляют собой значительные препятствия для разработки более эффективных архитектур. Блоки ResNet помогают преодолеть эту проблему благодаря остаточным соединениям, которые позволяют градиентам беспрепятственно проходить через слои, обеспечивая стабильное обучение даже в очень глубоких сетях. Это нововведение не только повышает качество обучения, но и открывает возможность использовать гораздо более сложные модели для решения задач в сфере компьютерного зрения, обработки естественного языка и т. д. [1].

ResNet блок имеет следующие составляющие [2]:

- остаточные соединения: такие соединения позволяют пропускать входные данные через один или несколько слоев и добавляют их обратно к выходу после активации;

- слои свертки: внутри блока обычно включены один или несколько слоев свертки, которые обрабатывают входные данные. Это позволяет модели извлекать характерные черты из данных;

- нормализация и активация; чаще всего в блоках используется нормализация и функция активации, что помогает улучшить стабильность и скорость обучения.

Преимуществами блока ResNet являются [3]:

- остаточные соединения облегчают передачу градиентов через слои, что предотвращает проблемы затухания градиента при обучении глубоких нейронных сетей;
- применение блоков ResNet способствует повышению точности в задачах классификации и распознавания, особенно в глубоких архитектурах;
- архитектура ResNet позволяет легко добавлять новые слои с минимальным влиянием на производительность, что делает ее универсальной для различных задач;
- ResNet блоки помогают справиться с ухудшением производительности, которое часто наблюдается при увеличении глубины сети;
- ResNet конфигураций различной глубины позволяет пользователям выбирать модель в зависимости от ресурсов и требований задачи, что делает архитектуру адаптируемой.

Как и у любой технологии, блок ResNet имеет ряд недостатков:

- блоки ResNet могут быть более сложными для понимания и настройки по сравнению с более простыми архитектурами;
- глубокие сети, в основе которых лежат блоки ResNet, требуют больших вычислительных мощностей и могут занимать много времени на обучение, особенно если работать приходится с большими объемами данных;
- в некоторых случаях использование очень глубоких ResNet может привести к избыточности в извлекаемых признаках, что не всегда улучшает производительность модели.

Блоки ResNet широко используются в самых разных областях [4]:

- ResNet широко применяется в соревнованиях по классификации изображений, таких как ImageNet. Эта архитектура обеспечивает моделям высокую точность в распознавании объектов на изображениях;
- ResNet блоки являются основным компонентом для многих архитектур, используемых в задачах обнаружения объектов, таких как Faster R-CNN и YOLO. Они помогают извлекать высокоуровневые характеристики объектов;
- в задаче семантической и инстанционной сегментации блоки ResNet используются для точного разделения объектов и фонов на изображениях;
- в архитектурах, используемых для генеративных состязательных сетей (GAN), ResNet блоки помогают улучшать качество генерируемых изображений;
- ResNet также применяется в задачах анализа видео, таких как классификация и обнаружение действий в видеопотоках;
- также блоки ResNet были использованы в некоторых архитектурах для задач обработки текста, например для классификации текстов или анализа настроений.

Хотя это неполный список применения данного блока, но он показывает, насколько широк спектр областей, в которых он может быть применим.

Блоки ResNet являются собой значительное достижение в области глубокого обучения, позволяющее эффективно справляться с проблемами, возни-

кающими при обучении очень глубоких нейронных сетей. Их архитектура с остаточными соединениями способствует устойчивости к затуханию градиента и повышает качество обучения, что делает ResNet популярным инструментом в компьютерном зрении для задач классификации, обнаружения объектов и сегментации. Хотя ResNet обеспечивает высокую точность и универсальность, она также не лишена недостатков, таких как сложность настройки и существенные вычислительные требования. Тем не менее, их широкое применение в различных областях доказывает их важность в современных исследованиях и разработках в сфере искусственного интеллекта.

Литература

- [1] Liang J. Image classification based on RESNET. *Journal of Physics Conference Series*, 2020, vol. 1634 (1), pp. 1–5.
- [2] Wightman R., Touvron H., Jegou H. ResNet strikes back: An improved training procedure in timm. *NeurIPS Workshop ImageNet_PPF*, 2021, 22 p. arXiv:2110.00476v1
- [3] Прокопеня А.С., Азаров И.С. Сверточные нейронные сети для распознавания изображений. *Big data и анализ высокого уровня. VI Междунар. науч.-практ. конф.: сб. материалов*. Минск, Бестпринт, 2020, с. 271–280.
- [4] Rodriguez I.A., Civit-Masot J., Luna-Perejon F. ResNet. *Computer-Aided Analysis of Gastrointestinal Videos*, 2021, pp. 99–114. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-64340-9>

Overview of the ResNet architecture

Zolotarev A.M. zolotarevam@student.bmstu.ru

Belov Y.S. yselov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article discusses the architecture of ResNet (Residential Network). ResNet is designed to solve the problems of gradient attenuation when training deep neural networks due to residual connections, which improves the accuracy and stability of models. The key components of the block are analyzed, including convolutions, normalization and activation. The advantages and disadvantages of this architecture are discussed, as well as the use of ResNet in neural networks for various purposes. The purpose of the article is to analyze the architecture of ResNet.

Keywords: artificial intelligence, deep learning, ResNet, image recognition

УДК 004.8

Обзор методов определения авторства текста

Мельникова Софья Алексеевна

melnikovasa@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрены различные методы и подходы для определения авторства текста. Представлены современные подходы с использованием нейронных сетей и классификаторов. Описаны статистические методы (метод частотного анализа, метод словесных признаков, метод синтаксических признаков), методы на основе машинного обучения (метод на основе N-грамм, метод классификации, Neural Networks), стилометрические методы (метод анализа стилистических признаков, многомерный анализ данных) и методы на основе анализа сети (графовый метод, метод на основе сетевого анализа).

Ключевые слова: определение авторства текста, анализ текста, нейронные сети, частотный анализ, словесные признаки, косинусное сходство, N-граммы, статистические методы, графовый подход, сетевой анализ, сравнительный анализ

Существует множество методов и подходов для определения авторства текста, каждый из которых использует различные характеристики и методы анализа текста. Вот некоторые из наиболее известных и используемых методов.

Статистические методы. Метод частотного анализа (Frequency Analysis). Частотный анализ — это один из наиболее известных и широко применяемых статистических методов определения авторства текста. Он основан на том, что каждый автор имеет уникальный стиль письма, который отражается в частоте использования различных слов и лексем (рис. 1) [1].

Метод словесных признаков (Lexical Features). Метод словесных признаков основан на анализе лексических характеристик текста, таких как длина слов, количество уникальных слов и общая лексическая сложность. Этот метод основывается на предположении, что авторы различаются в своем выборе слов и лексической структуры (рис. 1) [2].

Метод синтаксических признаков (Syntactic Features). Метод словесных признаков для определения авторства текста представляет собой комплексный инструмент, позволяющий исследователям анализировать и выявлять уникальные лексические и стилистические особенности произведений. Суть этого метода заключается в детальном изучении и сравнении различных элементов текста, таких как частота употребления отдельных слов, структура предложений, а также использование специфических фразеологизмов и стилей (рис. 1) [3].

Методы на основе машинного обучения.

Метод на основе N-грамм (N-gram Models). Метод N-грамм анализирует последовательности из N слов или символов в тексте. Он основывается на

идею, что каждый автор имеет уникальные лингвистические паттерны, которые могут быть захвачены через такие последовательности (рис. 2).

Метод классификации (Classifiers). Метод классификации использует различные алгоритмы машинного обучения для анализа текста и предсказания его автора на основе заранее обученной модели. Классификаторы могут использовать разнообразные лингвистические признаки текста, включая N-граммы, лексические и синтаксические признаки (рис. 2) [4].

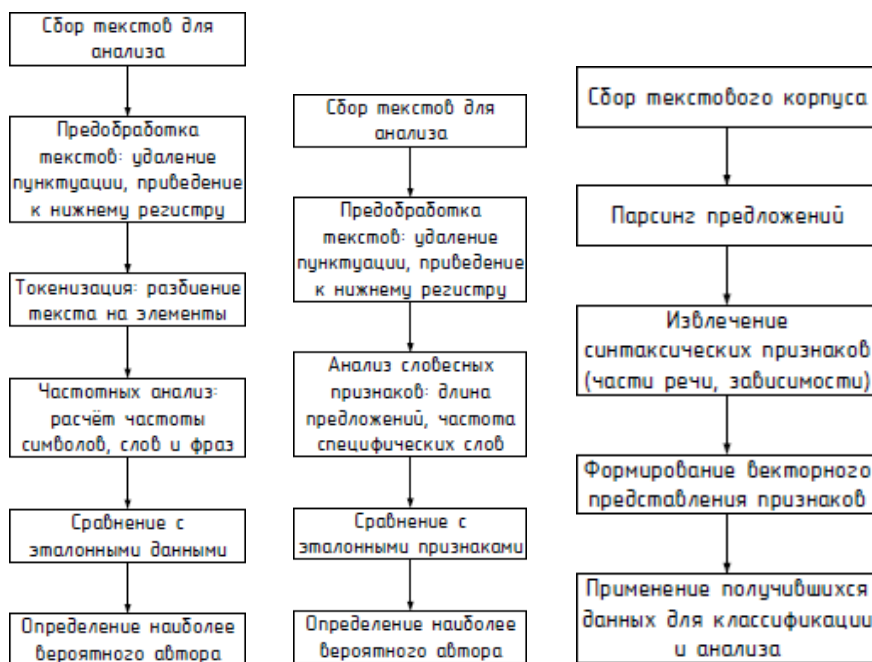


Рис. 1. Диаграммы работы метода частотного анализа, метода словесных признаков и метода синтаксических признаков

Neural Networks (Нейронные сети). Методы глубокого обучения, в частности нейронные сети, стали широко использоваться для задач классификации текстов, включая определение авторства. Нейронные сети способны выявлять сложные закономерности в текстах и адаптироваться к анализу больших корпусов данных (рис. 2).

Стилометрические методы. Метод анализа стилистических признаков (Stylometric Features). Метод анализа стилистических признаков предполагает изучение характерных черт текста, которые уникальны для каждого автора. Эти признаки могут включать в себя лексические, синтаксические и семантические элементы текста, которые часто остаются неизменными в разных работах одного автора. Важно отметить, что такие признаки достаточно устойчивы и сложно поддаются сознательному контролю со стороны автора (рис. 3) [5].

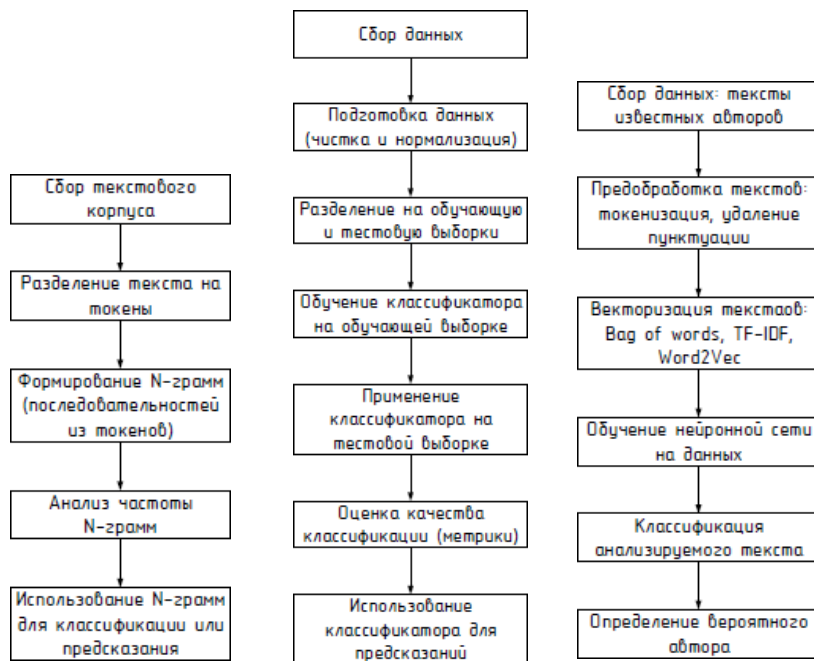


Рис. 2. Диаграммы работы метода на основе N-грамм, классификаторов и нейронных сетей

Многомерный анализ данных (Multivariate Analysis). Многомерный анализ в задачах определения авторства текста применяется для обработки и анализа большого количества признаков одновременно. В этом подходе используются статистические методы для выявления скрытых закономерностей в данных, что помогает разделить тексты разных авторов на основе их стилистических и лексических характеристик (рис. 3) [6].

Методы на основе анализа сети. Графовый метод (Graph-based Methods). Графовый метод представляет текст в виде графа, где узлы соответствуют словам, а ребра — связям между ними. Этот подход позволяет моделировать отношения между словами и выявлять их структурные особенности. Для каждого автора формируется уникальный граф, который отражает его стиль (рис. 4) [7].

Метод на основе сетевого анализа (Network Analysis). Метод на основе сетевого анализа использует более широкие концепции теории сетей и графов для анализа структуры текста. В отличие от классического графового метода, сетевой анализ ориентирован на изучение больших, сложных сетевых структур, которые могут включать не только слова и их связи, но и более сложные элементы, такие как семантические или тематические кластеры (рис. 4) [8].

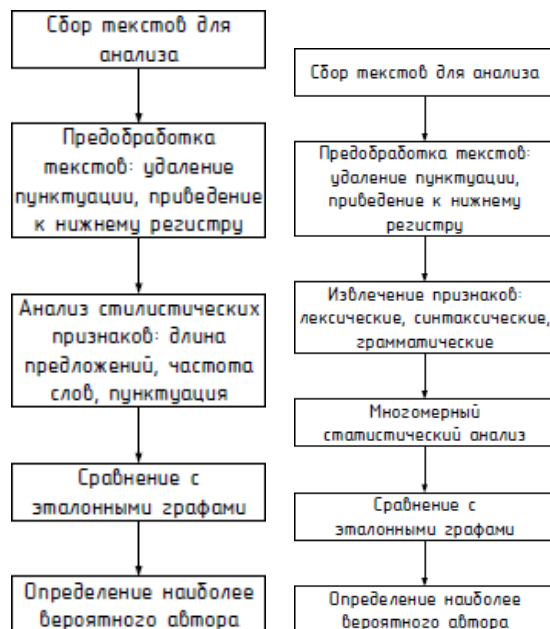


Рис. 3. Диаграммы работы метода анализа стилистических признаков и многомерного анализа

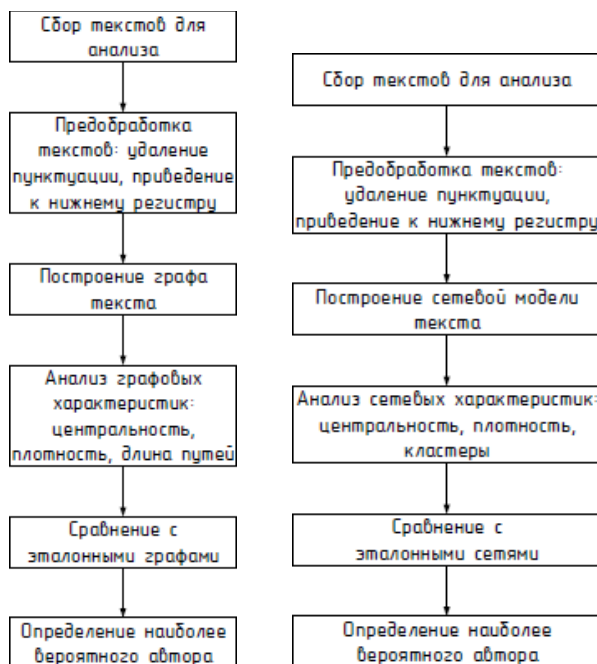


Рис. 4. Диаграммы работы графового метода и метода на основе сетевого анализа

Литература

- [1] Stamatas E. Author identification using exemplar-based methods. *Journal of the society for information science and technology*, 2009. — уточните выходные данные (номер журнала и страницы), не нашла эту статью
- [2] Koppel M., Shlomo A., Argamon S. Computational methods in authorship attribution. *Journal of the American society for information science and technology*, 2009, vol. 60 (1), pp. 9–26. <https://doi.org/10.1002/asi.20961>
- [3] Burrows J.F. Delta: a measure of stylistic difference and a guide to likely authorship. *Literary and linguistic computing*, 2002, vol. 17 (3), pp. 267–287. <https://doi.org/10.1093/lle/17.3.267>
- [4] Grieve J. Quantitative authorship attribution: an overview. *Literary and linguistic computing*, 2007, vol. 22, pp. 251–270.
- [5] Tao C., Wu D. Author identification for text documents. *Proceedings of the IEEE International conference on data mining*, Houston, TX, USA, IEEE, 2006. <https://doi.org/10.1109/ICDM.2005.67>
- [6] Schwartz E. Authorship attribution with social media data. *Proceedings of the 2013 IEEE International conference on social computing*, 2013.
- [7] Kotsianti S.B., Pintelas P.E. Recent advances in classification techniques. *Journal of information science and engineering*, 2004. — номер журнала, страницы, DOI, если есть
- [8] Biber D. *Variation across speech and writing*. Cambridge, Cambridge university press, 1988.

Review of text authorship determination methods

Melnikova S.A. melnikovasa@student.bmstu.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

Various methods and approaches for determining the authorship of a text are considered. Modern approaches using neural networks and classifiers are presented. Statistical methods (frequency analysis method, verbal features method, syntactic features method), machine learning-based methods (N-gram-based method, classification method, Neural Networks), stylometric methods (stylistic features analysis method, multivariate data analysis) and network analysis-based methods (graph method, network analysis-based method) are described.

Keywords: text authorship determination, text analysis, neural networks, frequency analysis, verbal features, cosine similarity, N-grams, statistical methods, graph approach, network analysis, comparative analysis

УДК 004.056.55

Анализ подходов к защите данных в websocket-соединениях

Зудин Даниил Васильевич

zdv21ki111@student.bmstu.ru

Красавин Евгений Васильевич

e.krasavin@bmstu.ru

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

Представлен анализ эффективности и безопасности различных подходов к организации защищенного обмена данными в реальном времени с использованием протокола WebSocket. Оценено влияние SSL/TLS шифрования и аутентификационных токенов (JWT) на производительность системы. Рассмотрены основные проблемы и компромиссы, возникающие при использовании защищенного WebSocket, и предложены рекомендации для оптимизации. Полученные результаты полезны для разработки современных веб-приложений, требующих как безопасности, так и высокой скорости передачи данных.

Ключевые слова: *WebSocket, SSL/TLS, JSON Web Token (JWT), безопасность, производительность, шифрование, аутентификация, серверная нагрузка, реальное время, оптимизация*

Протокол WebSocket был разработан для обеспечения полноценной двусторонней связи между клиентом и сервером, что позволяет организовать передачу данных в реальном времени с минимальными задержками. В отличие от традиционного HTTP, который работает по схеме запрос-ответ и требует повторного установления соединения для каждой транзакции, WebSocket создает постоянное соединение, позволяя клиенту и серверу свободно обмениваться сообщениями в обоих направлениях. Это делает WebSocket особенно полезным в приложениях с высокими требованиями к задержкам, таких как мессенджеры, системы финансового мониторинга, онлайн-игры и видеоконференции. Однако, несмотря на свои преимущества, WebSocket изначально не обеспечивает безопасности данных, что делает его уязвимым к различным видам атак, таким как перехват данных и несанкционированный доступ [1].

Для повышения безопасности WebSocket применяется SSL/TLS шифрование, которое защищает данные, передаваемые между клиентом и сервером, с помощью криптографических алгоритмов. SSL (Secure Sockets Layer) и его преемник TLS (Transport Layer Security) представляют собой стандартные технологии для обеспечения защищенного соединения. Они защищают данные от перехвата третьими лицами, гарантируя, что только авторизованные стороны могут получить доступ к информации. Однако добавление SSL/TLS к WebSocket увеличивает накладные расходы на установление соединения и последующую передачу данных, так как требуется дополнительная обработка для шифрования и дешифрования [2].

Дополнительной мерой безопасности при использовании WebSocket является аутентификация с помощью JSON Web Token (JWT). JWT представля-

ет собой компактный и безопасный способ передачи информации о пользователе между клиентом и сервером. Этот токен содержит подписанную информацию, что позволяет серверу проверять подлинность клиента, не требуя постоянного пересоздания сессий. Однако, как и в случае с SSL/TLS, использование JWT в WebSocket приводит к увеличению нагрузки на сервер, поскольку каждый запрос требует проверки токена [3].

Проведенное исследование было направлено на изучение влияния этих технологий на производительность WebSocket-соединений и на определение компромисса между безопасностью и эффективностью. Были определены ключевые метрики для оценки производительности: время установления соединения, задержка передачи сообщений и серверная нагрузка (использование CPU и памяти). Тестирование включало три сценария: незащищенное соединение (ws://), защищенное соединение с использованием SSL/TLS (wss://) и защищенное соединение с использованием SSL/TLS и JWT для аутентификации (wss:// с JWT). Для каждого сценария были выполнены замеры, результаты которых сохранились и обработаны для дальнейшего анализа.

Методология исследования включала использование автоматизированных скриптов для создания многопользовательских сценариев с одновременным подключением сотен клиентов. Время установления соединения измерялось как временной интервал между отправкой запроса и подтверждением соединения. Задержка сообщений определялась как интервал времени между отправкой сообщения и получением ответа от сервера. Нагрузка на сервер оценивалась по показателям использования процессора и оперативной памяти в течение тестирования.

Результаты исследования показали, что SSL/TLS и JWT оказывают значительное влияние на производительность WebSocket. В случае использования SSL/TLS время установления соединения увеличивалось по сравнению с незащищенным соединением, так как требовалась дополнительная обработка для создания защищенного канала. При добавлении JWT к SSL/TLS нагрузка на сервер возросла еще больше, так как каждый запрос требовал проверки аутентификационного токена. Анализ задержки показал, что шифрование и аутентификация также увеличивали задержку при передаче сообщений, что было связано с необходимостью дешифрования и проверки токенов. Использование серверных ресурсов, таких как CPU и память, также возросло при применении защитных мер.

На основании полученных данных можно сделать несколько выводов. В случаях, когда безопасность не является критически важной, например в приложениях с публичными данными, может быть целесообразно использовать WebSocket без шифрования. Однако для приложений, где конфиденциальность данных играет ключевую роль, рекомендуется использование SSL/TLS, а также JWT для усиленной аутентификации. Для оптимизации производительности при работе с большим числом пользователей, необходимо рассмотреть применение методов распределенной нагрузки и асинхронной обработки запросов [4].

Литература

- [1] Fette I., Melnikov A. The websocket protocol. *Internet Engineering Task Force (IETF)*, 2011.
- [2] Freier A.O., Karlton P., Kocher P.C. The SSL Protocol Version 3.0. *Internet engineering task force (IETF)*, 1996.
- [3] Jones M., Bradley J., Sakimura N. JSON Web Token (JWT). *Internet engineering task force (IETF)*, 2016.
- [4] Lombardi A. *WebSocket: lightweight client-server communications*. O'Reilly Media Inc., 2015.

Zudin D.V. zdv21ki111@student.bmstu.ru
Krasavin E.V. e.krasavin@bmstu.ru

This article presents an analysis of the efficiency and security of different approaches to organizing secure real-time data exchange using the WebSocket protocol. The impact of SSL/TLS encryption and JWT authentication tokens on system performance is assessed. The main issues and trade-offs associated with using secure WebSocket are examined, and optimization recommendations are provided. The results obtained are useful for the development of modern web applications requiring both security and high data transfer speed.

Keywords: *WebSocket, SSL/TLS, JSON Web Token (JWT), security, performance, encryption, authentication, server load, real-time communication, optimization*

УДК 004.946

Аппаратные решения в технологиях дополненной реальности

Карельский Михаил Константинович

m-care-sky@yandex.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрены технологии, обеспечивающие работу технологии дополненной реальности, которые необходимы для создания модели среды, окружающей пользователя. Представлено описание назначения и принципа работы камер, лидаров, акселерометров, гироскопов, а также GPS и компьютерного зрения. Сделаны выводы о том, что технологии на данном этапе развития в достаточной степени обеспечивают технологию дополненной реальности широким спектром возможностей, а их развитие сделает дополненную реальность еще более разнообразной и доступной.

Ключевые слова: дополненная реальность, лидар, GPS, компьютерное зрение

Дополненная реальность (augmented reality, AR) — это технология, которая накладывает цифровую информацию (изображения, текст, видео) на реальный мир. Она реализуется с помощью различных устройств, довольно часто используется обычный современный смартфон [1].

Одной из основных задач, стоящих перед дополненной реальностью и необходимых для ее работы, является захват окружающей среды. Для этого применяются следующие технологии: камеры, лидары, акселерометры, гироскопы, GPS, компьютерное зрение.

Камера — это основной компонент для захвата изображений окружающего мира. Они фиксируют видео и фото, которые затем обрабатываются для анализа. Могут быть как фронтальными, так и задними, в зависимости от приложения.

Лидары (Light Detection and Ranging) — это устройства, использующие лазерное излучение для измерения расстояний и создания высокоточных трехмерных моделей окружающей среды. В дополненной реальности лидары играют важную роль в определении глубины и построении пространственных карт [2].

Лидар отправляет импульсы лазерного света в окружающую среду. Когда лазерный импульс встречает объект, он отражается обратно к сенсору. Лидар измеряет время, которое требуется для возвращения импульса, что позволяет определить расстояние до объекта. Повторяя этот процесс многократно, лидар создает облако точек, которое представляет собой трехмерную модель окружающей среды.

Лидары обеспечивают точные измерения расстояний, что позволяет создавать детализированные 3D-модели. Они могут эффективно работать в условиях низкой освещенности и даже в полной темноте, что делает их более универсальными по сравнению с обычными камерами.

Акселерометры регистрируют изменение скорости устройства. Они могут измерять ускорение по трем осям, что позволяет определять движение в трехмерном пространстве. Большинство современных акселерометров основаны на технологии MEMS (микроэлектромеханические системы). Они используют миниатюрные механические элементы, которые реагируют на изменения ускорения, что позволяет точно измерять движение.

Акселерометры потребляют мало энергии, что делает их идеальными для использования в мобильных устройствах и носимых гаджетах. Современные акселерометры имеют небольшие размеры и могут быть легко интегрированы в различные устройства. Они могут непрерывно отслеживать движение, что позволяет устройствам реагировать в реальном времени.

Гироскопы фиксируют, как быстро и в каком направлении объект вращается вокруг своих осей. Это позволяет определять изменение ориентации устройства. Гироскопы часто используются вместе с акселерометрами и магнитометрами для создания полной модели движения устройства.

GPS (Global Positioning System) — это навигационная система, которая позволяет определять точное местоположение объекта на поверхности Земли с использованием спутников. GPS использует сеть из 24 и более спутников, которые вращаются вокруг Земли на высоте около 20 200 км. Каждый спутник непрерывно передает сигналы с информацией о своем местоположении и времени отправки сигнала. GPS-устройства принимают сигналы от нескольких спутников. Для определения точного местоположения требуется информация минимум от четырех спутников. Используя разницу во времени, за которое сигналы достигают приемника, GPS вычисляет расстояние до каждого спутника и, используя тригонометрические расчеты, определяет координаты (широту, долготу и высоту) объекта [3].

Технология позволяет AR-приложениям привязывать виртуальный контент к конкретным местоположениям в реальном мире. Это особенно полезно для приложений, связанных с навигацией и исследованием окружающей среды. AR-приложения могут предоставлять информацию о ближайших объектах, событиях или местах, основываясь на текущем местоположении пользователя.

Компьютерное зрение — это область искусственного интеллекта, сосредоточенная на том, как компьютеры могут «видеть» и интерпретировать визуальную информацию из мира, аналогично тому, как это делает человек. Компьютерное зрение начинается с получения изображений или видео с помощью камер или других сенсоров. Затем используются алгоритмы для обработки изображений, которые могут включать фильтрацию, улучшение и подготовку данных для анализа. Впоследствии другие алгоритмы анализируют данные, выявляя объекты, их положение, форму и другие характеристики. Это может включать распознавание лиц, обнаружение объектов и сегментацию изображений [4].

Компьютерное зрение позволяет AR-системам «понимать» окружающий мир, распознавать поверхности, объекты и их размеры для правильного раз-

мещения виртуального контента. Также технология может использоваться для распознавания жестов и движений пользователей, что позволяет управлять AR-приложениями более интуитивно.

Таким образом, описанные технологии на данном этапе развития уже являются хорошей основой для обеспечения работы дополненной реальности, предоставляя ей широкое и разнообразное применение. Со временем технологии станут доступнее, компактнее и точнее, что даст технологии AR еще больше возможностей.

Литература

- [1] Громов С.В. *Технология дополненной реальности*. Москва, МИСИС, 2022, 92 с.
- [2] Соломатин В.А. *Лидары*. Москва, Машиностроение, 2021, 120 с.
- [3] Богданов М.Р. *Применение ГЛОНАСС/GPS*. Уфа, БГПУ им. М. Акмуллы, 2022, 120 с.
- [4] Шапиро Л., Стокман Д. *Компьютерное зрение*. Москва, Лаборатория знаний, 2024, 763 с.

Hardware solutions in augmented reality technologies

Karelsky M.K. m-care-sky@yandex.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The technologies that support augmented reality have been examined, focusing on those necessary for capturing the user's surrounding environment. An overview of the purpose and functioning of cameras, lidars, accelerometers, gyroscopes, GPS, and computer vision is presented. Conclusions are drawn that the technologies at this stage of development sufficiently provide augmented reality with a wide range of capabilities, and their advancement will make augmented reality even more diverse and accessible.

Keywords: *augmented reality, lidar, GPS, computer vision*

УДК 004.021 **Формулы в этой статье рисунками плохого качества**

Исследование алгоритмов интервального повторения для увеличения словарного запаса

Елгин Михаил Максимович

yomm21ki102@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_je@bmstu.ru

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

Рассмотрены различные алгоритмы интервального повторения, применяемые для увеличения словарного запаса. Представлены традиционные подходы (метод Лейтнера и алгоритм SM2) и их более гибкие расширенные версии (алгоритмы Anki и FSRS). Проведен анализ каждого алгоритма с акцентом на его гибкость, адаптацию к индивидуальным особенностям пользователей и возможности оптимизации интервалов повторения. Показано, что использование метода машинного обучения в FSRS повышает точность и адаптивность алгоритма, позволяя более эффективно запоминать сложные элементы словарного запаса. Сделаны выводы, что метод Лейтнера подходит для начального этапа обучения, в то время как Anki и FSRS наиболее эффективны для долговременного удержания большого объема словарного запаса.

Ключевые слова: интервальное повторение, словарный запас, алгоритмы обучения, машинное обучение

Эффективное запоминание и долговременное удержание новых слов — ключевые задачи в обучении иностранным языкам и увеличении словарного запаса. Исследования Эббингауза показали, что распределенные повторения позволяют достичь более прочного запоминания, чем концентрированные сеансы [1]. Этот эффект интервала, связанный с консолидацией памяти, лег в основу систем интервального повторения (Spaced Repetition Systems, SRS), которые помогают оптимально планировать повторения для укрепления долговременной памяти.

В статье рассматриваются различные алгоритмы интервального повторения, такие как метод Лейтнера, SM2 (SuperMemo 2), а также их расширенные версии Anki и FSRS (Flexible Spaced Repetition Schedule). Основное внимание уделено регулировке интервалов, гибкости и адаптации к сложности материала.

Алгоритмы различаются по подходам к адаптации интервалов. Метод Лейтнера — один из самых простых и популярных, предполагает использование карточек и нескольких «коробок», каждой из которых соответствует свой интервал повторения. Карточка перемещается на следующий уровень при правильном ответе, увеличивая интервал повторения; при ошибке возвращается на уровень ниже или в первую коробку, что сокращает интервал.

Интервал для n -й коробки определяется формулой $I_n = I_1 \cdot k^{(n-1)}$, где I_1 — начальный интервал; k — коэффициент увеличения (обычно 2 для легких

и 1,5 для сложных слов). Такой метод позволяет реже повторять легкие слова, фокусируя внимание на более трудных, и полезен на начальном этапе обучения для быстрого увеличения словарного запаса [2].

Алгоритм SM2, разработанный П. Вожняком, использует более гибкий подход и положил начало современным алгоритмам интервального повторения. В SM2 пользователь оценивает успешность воспроизведения информации по шкале от 0 до 5, и на основе этой оценки корректируется коэффициент легкости (EF), который влияет на интервалы повторения. Начальные интервалы заданы как $I_1 = 1$ день и $I_2 = 6$ дней, а для последующих повторений используется формула $I_n = I_{n-1} \cdot EF$. Коэффициент сложности EF рассчитывается по формуле $EF = EF + (0,1 - (5 - q) \cdot (0,08 + (5 - q) \cdot 0,02))$, где q — оценка успешности (от 0 до 5). Этот алгоритм позволяет более точно адаптировать интервалы в зависимости от успешности воспоминания, что делает его удобным для сложного материала, требующего регулярного повторения [3].

В Anki, построенном на базе SM2, добавлены дополнительные параметры, расширяющие возможности адаптации. Вместо пятибалльной шкалы Anki использует четыре основные категории — Again (повторить немедленно), Hard (небольшое увеличение интервала), Good (умеренное увеличение интервала) и Easy (значительное увеличение интервала), которые позволяют более точно регулировать интервалы повторений. Кроме того, Anki позволяет устанавливать минимальные и максимальные ограничения на интервалы, избегая как слишком частых, так и слишком редких повторений. Корректировка коэффициента легкости EF адаптирована для более плавного изменения, рассчитываемого как $EF = EF + (0,1 - (3 - q) \cdot (0,08 + (3 - q) \cdot 0,02))$, где q — оценка успешности (от 0 до 3). В зависимости от оценки интервалы рассчитываются следующим образом: для Again интервал сбрасывается до начального значения $I_{n+1} = I_1$, для Hard $I_{n+1} = I_n \cdot 1,2$, для Good $I_{n+1} = I_n \cdot EF$, а для Easy $I_{n+1} = I_n \cdot EF \cdot 1,3$. Такой подход позволяет точно управлять интервалами, корректируя их индивидуально для легких и сложных элементов материала, что особенно эффективно при расширении словарного запаса [4, 5].

FSRS (Flexible Spaced Repetition Schedule) представляет собой более современный подход, который применяет машинное обучение для создания алгоритма интервального повторения, адаптирующегося к индивидуальным особенностям пользователя. FSRS учитывает множество параметров, таких как успешность воспоминания, время ответа, сложность материала и история повторений, для более точного прогнозирования интервалов. Использование машинного обучения позволяет FSRS корректировать интервалы и обновлять коэффициент сложности каждого элемента в зависимости от данных пользователя. После каждого повторения пользователь оценивает успешность запоминания, например по шкале от Again до Easy, и FSRS обновляет коэффициент сложности элемента на основе оценки и времени ответа. Для расчета следующего интервала FSRS применяет предсказательные модели, которые адаптируют интервалы для каждого пользователя индивидуально:

($I_{n+1} = I_n \cdot f$ (коэффициент сложности, время ответа, другие параметры), где функция f определяется моделью машинного обучения. Следует отметить, что временная сложность обучения модели FSRS может быть значительной из-за необходимости обработки большого объема данных для повышения точности алгоритма, но временная сложность предсказания интервалов для сессии остается $O(n)$. Преимущества FSRS заключаются в высокой точности подбора интервалов, особенно для трудных элементов словарного запаса, которые требуют частых повторений [6].

Результаты анализа показывают, что выбор алгоритма зависит от целей и особенностей пользователя. Метод Лейтнера предлагает простое решение, которое подходит для начального уровня и небольших объемов информации, хотя его эффективность ограничивается недостаточной гибкостью. SM2 и Anki обеспечивают более персонализированный подход, что особенно полезно при изучении больших объемов словарного запаса. FSRS, применяя машинное обучение, предлагает наиболее гибкий подход, позволяющий учитывать индивидуальные особенности пользователя и прогнозировать оптимальные интервалы для каждого элемента. Таким образом, для пользователей, стремящихся к наиболее эффективному и персонализированному обучению, FSRS и Anki представляют собой предпочтительные алгоритмы, подходящие для устойчивого увеличения словарного запаса.

Литература

- [1] Ebbinghaus H. *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig, Duncker & Humblot, 1885, 270 p.
- [2] Wozniak P.A. *Optimization of learning*. SuperMemo World, 1990.
- [3] Settles B., Meeder B. *A trainable spaced repetition model for language learning*. *Proceedings of the Association for Computational Linguistics*, Berlin, Germany, Association for Computational Linguistics, 2016, pp. 1848–1858.
- [4] Mozer M.C., Pashler H., Cepeda N.J., Lindsey R.V., Vul E. Predicting the optimal spacing of study: A multiscale context model of memory. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2009, vol. 20, pp. 1321–1328.
- [5] *Anki Manual*. URL: <https://docs.ankiweb.net/> (дата обращения 30.10.2024).
- [6] Peng S. *Flexible Spaced Repetition Schedule Algorithm for Anki*. URL: <https://github.com/open-spaced-repetition/fsrs4anki> (дата обращения 30.10.2024).

A study of spaced repetition algorithms for vocabulary expansion

Volgin M.M.

yomm21ki102@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E.

gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The paper examines various spaced repetition algorithms used to expand vocabulary. Traditional approaches (Leitner method and SM2 algorithm) and more flexible extended versions (Anki and FSRS algorithms) are presented. Each algorithm is analyzed, focusing on its flexibility, adaptability to individual user needs, and optimization of repetition intervals. It is shown that the use of machine learning in FSRS improves the accuracy and adaptability of the algorithm, enabling more effective memorization of complex vocabulary elements. Conclusions are made that the Leitner method is suitable for the initial learning stage, while Anki and FSRS are most effective for long-term retention of large vocabulary volumes.

Keywords: *spaced repetition, vocabulary, learning algorithms, machine learning*

УДК 004.912

Обоснование выбора библиотеки OCR для внедрения в приложение для нормирования материалов

Тарасов Александр Павлович

tarasov.aleksander@gmail.com

Кондратьева Светлана Дмитриевна

sdkond@bmstu.ru

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

Исследованы библиотеки для оптического распознавания символов. Рассмотрены результаты работы данных библиотек при использовании различных вариантов входных данных. Сделаны выводы, какая библиотека показывает лучший результат в какой ситуации. На основе результатов выбрана библиотека, лучше всего подходящая для внедрения в приложение. Также определены условия, которые следует соблюдать при использовании внедренной библиотеки, для избежания некорректной работы.

Ключевые слова: оптическое распознавание символов, библиотека, внедрение, Tesseract OCR, Iron OCR, Aspose OCR

Введение. OCR (оптическое распознавание символов) — это технология, позволяющая преобразовывать графические изображения текста в цифровой текст с использованием алгоритмов распознавания визуальных образов [1]. В настоящее время доступно множество библиотек, которые реализуют эту технологию. Поэтому при внедрении данной технологии в свой проект перед разработчиком стоит задача выделения главных критериев оценки работы данных библиотек и выбор оптимально подходящей.

В данной статье будут сравниваться 3 библиотеки OCR: Tesseract OCR, Iron OCR и Aspose OCR. Данный выбор обусловлен следующими факторами:

- поддержка языка C#(на котором написано приложения для внедрения);
- доступность в РФ полной или временной бесплатной версии

Описание библиотек. Iron OCR — это легко устанавливаемая, полная и хорошо документированная библиотека для .NET [2]. Использование IronOCR позволяет добиться высокой точности оптического распознавания текста без обращения к внешним веб-сервисам. Эта библиотека подходит для работы с реальными изображениями и несовершенными документами. Еще одной особенностью является возможность оптического распознавания текста не только в форматах изображений PNG и JPEG, но и PDF.

Tesseract OCR — библиотека, демонстрирующая хорошую точность при распознавании отсканированного текста. При работе с рукописным текстом уровень распознавания снижается, что приводит к возникновению ошибок, а сканирование низкого качества может привести к низкому качеству оптического распознавания текста [3]. Кроме того, Tesseract OCR испытывает трудности с распознаванием табличной информации [4].

Aspose OCR — это мощная библиотека для оптического распознавания символов, которая позволяет извлекать текст из изображений и документов.

Она поддерживает множество форматов файлов, включая PDF, JPG, PNG и TIFF, что делает ее универсальным инструментом для работы с различными типами контента.

Сравнение и результаты тестирования. Тестирование проводилось в специально разработанной программе, где на вход принимались графические файлы формата PDF и JPEG. После выполнения программы выводились параметры времени выполнения обработки изображений для каждой библиотеки, точность распознавания содержимого и сам текст.

При тестировании оценивались 2 фактора: скорость обработки и точность распознавания либо всего текста, либо ключевых его элементов, требуемых для работы приложения.

Проверка проводилась со следующими видами данных:

- PDF и JPEG файлы с обычным набором текста документации (шрифт обычный печатный);
- PDF и JPEG файлы всего чертежа (со шрифтом по ГОСТ);
- PDF и JPEG файлы части чертежа, содержащей материал и его ГОСТ (со шрифтом по ГОСТ).

При работе с PDF файлами библиотека Iron OCR обрабатывала их напрямую, в то время как библиотекам Tesseract OCR и Aspose OCR требовалось предварительно конвертировать файл в формат JPEG. Для данной конвертации использовалась библиотека FreeSpire.PDF.

Как показало тестирование, в случае работы с PDF файлами лучший результат показывала библиотека Iron OCR. Библиотека Tesseract OCR показывала аналогичный результат. В случае же работы с JPEG файлами лучший результат показывала уже библиотека Tesseract OCR. Библиотека Aspose OCR во всех тестах затрачивала большое количество времени на обработку и показывала плохие результаты при работе с файлами, содержащими шрифт по ГОСТ. И независимо от типа файла (PDF или JPEG), все библиотеки плохо справлялись с распознаванием символов на всем чертеже. Соответственно при внедрении данной технологии следует учитывать, что необходимо будет выделять области с интересующей нас информацией либо вручную, либо автоматически. Результаты тестов представлены в таблице.

Результаты тестирования

Средняя скорость	Iron OCR	Tesseract OCR	Aspose OCR
	1,5 с	1,2 с	25 с
	Точность		
PDF и JPEG файл с обычным набором	99 %	99 %	90 %
PDF файл всего чертежа	40 %	20 %	>5 %
PDF файл части чертежа	90 %	90 %	
JPEG файл всего чертежа	20 %	20 %	
JPEG файл части чертежа	70 %	90 %	

Закключение. Исходя из результатов, можно сделать вывод, что для внедрения в приложение для нормирования материалов в отделе главного технолога лучше всего подходит библиотека Tesseract OCR. Она показывает хорошие результаты как при работе с обычным печатным текстом, так и при работе с текстом со шрифтом по ГОСТ (чертежи), независимо от формата файла, будь то PDF или JPEG/PNG. Необходимо так же учесть, что при работе с целыми чертежами сначала надо будет выделить область с интересующей информацией, и только потом использовать библиотеку, для избежания некорректного распознавания.

Литература

- [1] Козлов Е.Г. Разработка системы оптического распознавания текста. *XIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы*. Иваново, ИГ-ЭУ им. В.И. Ленина, 2018, т. 5, 59 с.
- [2] Иванов Н.А., Прокуров Д.А., Родионов В.С. Технологии оск для преобразования графической информации в текстовую. *Вестник Пензенского государственного университета*, 2021, № 3 (35), с. 85–88.
- [3] Алиев Р.М., Пантич Д.Р. Распознавание текста на изображении с помощью библиотеки Tesseract OCR. *Научные исследования молодых ученых. XII Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Пенза, Наука и Просвещение, 2021, с. 56–58.
- [4] Бобров К.А., Шульман В.Д., Власов К.П. Анализ технологий распознавания текста из изображения. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 2022, № 3–2 (66), с. 124–128. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2022-3-2-124-128>

Rationale for selecting an OCR library for integration into a material rationing application

Tarasov A.P. tarasov.aleksander@gmail.com

Kondratieva S.D. sdkond@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article investigates libraries for optical character recognition. The results of these libraries when using different variants of input data are considered. Conclusions are drawn as to which library shows better result in which situation. Based on the results, the library best suited for integration in the application is selected. The conditions to be observed while using the implemented library to avoid incorrect operation are also defined.

Keywords: optical character recognition, library, implementation, Tesseract OCR, Iron OCR, Aspose OCR

УДК 004.92

Изучение нейроядер: перспективы развития и применения

Борисов Никита Сергеевич

bns40@mail.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

В последние годы наблюдается стремительный рост интереса к развитию и применению нейроядер в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Специализированные вычислительные блоки, такие как нейроядра, обеспечивают значительное ускорение выполнения операций, характерных для нейронных сетей, таких как свертки, полносвязные слои и нормализация активаций. Рассмотрены ключевые аспекты разработки и использования нейроядер, их влияние на развитие современных технологий, а также возможные направления дальнейшего исследования и совершенствования этих архитектур.

Ключевые слова: нейроядро, процессор, искусственный интеллект, машинное обучение

Искусственный интеллект и машинное обучение стали неотъемлемой частью современной технологической инфраструктуры. Развитие нейронных сетей требует значительных вычислительных ресурсов, что привело к созданию специализированных аппаратных средств, таких как нейроядра. Эти устройства оптимизируют выполнение задач, связанных с обработкой больших объемов данных, что делает их незаменимыми в таких областях, как компьютерное зрение, обработка естественного языка, рекомендательные системы и автономные транспортные средства.

Целью данного исследования является анализ текущего состояния разработок в области нейроядер и определение перспектив их дальнейшего развития. Будут рассмотрены различные типы нейроядер и их применение в реальных сценариях, а также потенциальные вызовы и возможности, стоящие перед исследователями и инженерами.

Для проведения анализа были использованы данные из открытых источников, включая научные статьи, технические доклады компаний-разработчиков и результаты экспериментов с использованием различных нейроархитектур. Также был проведен сравнительный анализ производительности различных типов нейроядер на примере популярных задач машинного обучения.

Нейроядра отличаются от классических центральных процессоров (CPU) и графических процессоров (GPU) своей специализированностью и способностью выполнять большое количество операций параллельно. Важнейшими характеристиками нейроядер являются:

- оптимизация под задачи машинного обучения, такие как свертка и полносвязная классификация;
- высокая степень параллелизма, позволяющая выполнять множество операций одновременно;

– энергетическая эффективность, что особенно важно для мобильных устройств и встраиваемых систем.

Эти характеристики делают нейроядра идеальным выбором для задач, требующих интенсивной обработки данных, таких как распознавание образов, обработка естественных языков и медицинские диагностики.

Современные нейроядра находят широкое применение в различных отраслях. Например, Google использует свои Tensor Processing Units (TPU) для ускорения задач машинного обучения в своих дата-центрах [1]. Apple интегрирует нейроядер в свои мобильные процессоры для улучшения функций камеры, распознавания лиц и голосовых команд [2]. NVIDIA добавляет специализированные вычислительные ядра, называемые Tensor Cores, в свои графические процессоры, что позволяет значительно ускорить обучение и инференцию нейронных сетей [3].

Несмотря на значительные достижения в разработке нейроядер, остаются нерешенными некоторые важные вопросы. Одним из ключевых вызовов является баланс между производительностью и энергетическими затратами. Хотя современные нейроядра демонстрируют высокую эффективность, дальнейшее улучшение этого баланса остается важной задачей для исследователей.

Кроме того, существует необходимость в разработке новых методов программирования и оптимизации для эффективного использования возможностей нейроядер. Традиционные подходы к программированию могут оказаться неэффективными при работе с этими устройствами, поэтому разработка новых инструментов и фреймворков становится актуальной задачей [4].

Также стоит отметить, что развитие нейроядер открывает новые горизонты для исследований в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Например, возможность создания более сложных и точных моделей, способных решать ранее недоступные задачи, становится реальностью благодаря увеличению вычислительной мощности.

Развитие нейроядер представляет собой важный шаг вперед в области машинного обучения и искусственного интеллекта. Специализированные вычислительные блоки позволяют значительно ускорить выполнение задач, связанных с обработкой больших объемов данных, и открывают новые возможности для решения сложных проблем. Однако для полного раскрытия потенциала этих устройств необходимо продолжать исследования в области архитектуры, программного обеспечения и оптимизации. Будущее нейроядер выглядит многообещающим, и дальнейшие разработки в этой области будут играть ключевую роль в развитии современных технологий.

Литература

- [1] Google Inc. In-datacenter performance analysis of a tensor processing unit. *Proceedings of the 44th Annual international symposium on computer architecture*, 2017, pp. 1–12. URL: https://www.researchgate.net/publication/317613363_In-Datacenter_Performance_Analysis_of_a_Tensor_Processing_Unit (дата обращения 11.11.2024).

- [2] Apple Inc. *The apple neural engine: powering ai applications on mobile devices*. Technical report, 2020. URL: https://apple.fandom.com/wiki/Neural_Engine (дата обращения 11.11.2024).
- [3] NVIDIA Corporation. *Tensor core: an introduction to nvidia's new deep learning accelerator*. Whitepaper, 2020. URL: <https://docs.nvidia.com/deeplearning/performance/dl-performance-getting-started/index.html> (дата обращения 11.11.2024).
- [4] Intel Corporation. *Myriad X: enabling next-generation vision and ai at the edge*. Product brief, 2020. URL: <https://www.forbes.com/sites/marcochiappetta/2017/08/28/intel-unleashes-myriad-x-vision-processing-unit-with-neural-compute-engine-and-ai-capabilities/> (дата обращения 11.11.2024).

The study of neurocore: prospects for development and application

Borisov N.S. bns40@mail.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In recent years, there has been a rapid increase in interest in the development and application of neural cores in the field of artificial intelligence and machine learning. Specialized computing units, such as neural cores, provide significant acceleration of operations specific to neural networks, such as convolutions, fully connected layers and normalization of activations. This article discusses the key aspects of the development and use of neural cores, their impact on the development of modern technologies, as well as possible directions for further research and improvement of these architectures.

Keywords: *neural core, processor, artificial intelligence, machine learning*

УДК 004.89

Общие операции пулинга на основе сверточных нейронных сетей (CNN) и их применение

Чжао Чэньсяо

chch24kim040@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Операции пулинга играют ключевую роль в сверточных нейронных сетях (CNN), уменьшая пространственную размерность карт признаков, снижая вычислительную нагрузку, одновременно сохраняя важную информацию о признаках. Приведен обзор распространенных операций пулинга в слоях пулинга CNN — одной из основных структур глубоких моделей обучения, предназначенных для обработки сетчатых данных. Рассмотрены принципы, преимущества и недостатки каждого метода пулинга, а также приведены примеры их применения на практике. Исследование этих операций пулинга не только способствует лучшему пониманию механизма работы CNN, но и предоставляет исследователям и инженерам ценные инструменты для проектирования и оптимизации систем распознавания и классификации изображений.

Ключевые слова: операции пулинга, макс-пулинг, средний пулинг, глобальный пулинг, сверточные нейронные сети, распознавание изображений

Сверточные нейронные сети (CNN) достигли значительных успехов в задачах распознавания и классификации изображений. Слой пулинга является важной составляющей этих сетей, через который можно снизить пространственную размерность карт признаков, что позволяет уменьшить вычислительную нагрузку, одновременно сохраняя важную информацию о признаках.

Операция пулинга предполагает, что после входной карты признаков окно пулинга перемещается по карте признаков с шагом, применяя небольшое окно (обычно 2×2 или 3×3) к карте признаков, и выполняет какую-либо агрегирующую операцию внутри этого окна, генерируя скалярное значение на каждой позиции, все скалярные значения формируют новую карту признаков.

Существуют три основные операции пулинга.

Макс-пулинг (Max Pooling). В указанном окне пулинга выбирается максимальное значение в качестве результата. Этот метод способен сохранять наиболее выделяющиеся признаки и эффективно сохраняет такие характеристики изображения, как границы и углы. Кроме того, он демонстрирует высокую устойчивость к незначительным изменениям во входном изображении.

Однако одновременно он может терять некоторые детали, приводя к чрезмерной разреженности карт признаков, и этот метод чувствителен к шуму, потенциально усиливая его влияние.

Макс-пулинг обычно используется в ранних сверточных слоях для извлечения заметных локальных признаков. Большинство фреймворков глубокого обучения предоставляют реализацию макс-пулинга, например

TensorFlow предлагает функции `tf.nn.max_pool` и `tf.nn.avg_pool`, PyTorch предлагает классы `torch.nn.MaxPool2d` и `torch.nn.AvgPool2d`.

В VGGNet используется несколько маленьких сверточных ядер 3×3 и слоев макс-пулинга для построения очень глубокой сети, где макс-пулинг широко применяется для снижения размерности карт признаков, сохраняя при этом важную информацию о признаках [1–3].

Средний пулинг (Average Pooling). В указанном окне пулинга вычисляется среднее значение всех элементов. Этот метод может сглаживать данные, снижая воздействие шума. Кроме того, он способен сохранять больше детальной информации, что делает его подходящим для обработки плавных областей и фона.

Однако он может размывать важную информацию о признаках, снижая разрешающую способность карт признаков. Кроме того, он менее чувствителен к небольшим изменениям во входном изображении. Средний пулинг обычно используется в последних сверточных слоях для сглаживания карт признаков и уменьшения шума. Большинство фреймворков глубокого обучения предоставляют реализацию среднего пулинга, например TensorFlow предлагает функции `tf.nn.max_pool` и `tf.nn.avg_pool`, PyTorch предлагает классы `torch.nn.MaxPool2d` и `torch.nn.AvgPool2d`.

В Inception v1 средний пулинг используется для извлечения многошкальных признаков, повышая устойчивость модели [4].

Глобальный пулинг (Global Pooling). Пулинг выполняется на всей карте признаков, формируя выход фиксированного размера. Глобальный пулинг подразделяется на два типа:

- глобальный макс-пулинг (Global Max Pooling): выбирается максимальное значение со всей карты признаков;
- глобальный средний пулинг (Global Average Pooling): вычисляется среднее значение всех элементов на всей карте признаков.

Глобальный пулинг может упрощать структуру модели, уменьшая количество параметров, что помогает предотвращать переобучение. Кроме того, он создает выход фиксированного размера, что удобно для заключительных слоев классификационных задач. Однако он менее реактивен на мелкие изменения во входном изображении. Может терять пространственную информацию, снижая разрешающую способность карт признаков.

Глобальный пулинг обычно используется в последних слоях задач классификации, сжимая карты признаков до вектора фиксированного размера. Большинство фреймворков глубокого обучения (например, TensorFlow, PyTorch) предоставляют реализацию глобального пулинга.

В ResNet глобальный средний пулинг применяется для создания вектора признаков фиксированного размера, что упрощает последние слои классификационных задач. Внедрение остаточных блоков способствовало решению проблемы исчезающих градиентов в глубоких сетях [5].

Литература

- [1] Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *International conference on learning representations (ICLR)*, 2015, pp. 1–14. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.1556>
- [2] Xiao J., Wang J., Cao S., Li B. Application of a novel and improved vgg-19 network in the detection of workers wearing masks. *Journal of physics: conference series*, 2020, vol. 1518 (1), art. no. 012041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1518/1/012041>
- [3] Мискевич П.Л., Петровец В.Н., Раловец А.А. Развитие и оценка нейросетевых методов верификации собственноручной подписи. *59-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов: сб. тр.* Минск, БГУИР, 2022, с. 365–369.
- [4] Szegedy C., Liu W., Jia Y. Going deeper with convolutions. *IEEE Conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*, 2015, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>
- [5] He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition. *IEEE Conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*, 2016, pp. 770–778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>

Common pooling operations in convolutional neural networks (CNN) and their applications

Zhao Ch. safronovns@student.bmstu.ru

Belov Y.S. yselov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

Pooling operations are an essential component of Convolutional Neural Networks (CNNs), reducing the spatial dimensions of feature maps to decrease computational load while retaining important feature information. This paper examines typical pooling operations used in the pooling layers of CNNs, which are essential components of deep learning models designed to handle grid-like data. The principles, advantages, and disadvantages of each pooling method are detailed, along with practical examples of their applications. The discussion of these pooling operations not only aids in a better understanding of how CNN works but also provides valuable tools for researchers and engineers to design and optimize image recognition and classification systems.

Keywords: pooling operations, max pooling, average pooling, global pooling, convolutional neural networks, image recognition

УДК 004.89

Typst — современный способ создания электронных документов

Войнов Андрей Александрович

voynovaa@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

В современном мире создания документов, с одной стороны, есть программы, которые визуальны понятны и легки в изучении, но ограничены по гибкости настройки (Microsoft Word), а с другой, — программы сложные в использовании и изучении, но не ограничивающие пользователя в форматировании (LaTeX). С 2023 г. на свет появился Typst (/taipst/), взявший лучшее из обеих сторон. Он понятен и легок в изучении, а также имеет гибкую систему стилей для форматирования любых элементов. Рассмотрены особенности и синтаксис Typst, разобраны примеры. Сделаны выводы, что Typst можно применять для широкого спектра документов: для дипломных и лабораторных работ, для презентаций и записи лекций.

Ключевые слова: Typst, альтернатива LaTeX, система типографского набора, верстка документов, текстовый процессор, электронный документ, создание документов

Typst (/taipst/) — это новый инструмент для создания электронных документов, появившийся в публичный доступ в начале 2023 г. Его главными особенностями является мощная система верстки документов, которую легко выучить. Язык Typst по своей сути напоминает Markdown и LaTeX, но на практике может заменить такие программы как LaTeX, Microsoft Word, Google Docs, LibreOffice Writer [1, 2]. В данной статье приведены особенности Typst, разобраны основные его концепции, а также наглядно показано использование на небольших примерах кода.

Особенности. Typst включает в себя несколько понятий: язык разметки и программирования, компилятор для создания документов, экосистема из множества сторонних пакетов и шаблонов (включая веб-приложение) [3]. Приведем его особенности:

- язык разметки с тесно интегрированной системой сценариев;
- простая математическая верстка;
- система работы с библиографией (CSL, BibLaTeX, Hayagriva);
- быстрая компиляция (предпросмотр документа в реальном времени);
- понятные и полезные сообщения об ошибках;
- возможность менять шаблон документа, не затрагивая текст;
- наличие большого числа библиотек и шаблонов;
- легок и быстр в изучении;
- является бесплатным программным обеспечением
- открытость исходного кода;
- возможность облачного сохранения и совместного редактирования;
- возможность работы в разных редакторах (Neovim, VS Code, Helix).

Структура языка. Язык *Typrst* можно разбить на несколько основных частей:

- элементы документа;
- «set» и «show» правила;
- вспомогательные функции и система сценариев;
- математический режим;
- особый синтаксис разметки;
- и непосредственно сам текст документа.

Под «элементами» подразумеваются специальные функции, отвечающие за такие части документа как заголовок, абзац, таблица, список и др. Примерами таких функций являются: *heading*, *par*, *table*, *list*, *text*, *enum*, *figure* и др. Элементы можно настраивать как напрямую при вызове функции-конструктора, так и через правила [4].

Именно с помощью правил можно изменять внешний вид документа, не задевая при этом сам текст. Правила пишутся в самом начале документа или перед содержимым, которое нужно отформатировать. Два основных вида правил: *set* (англ. установить) и *show* (англ. показать). Например, для настройки шрифта, отступов и размера страницы используются *set*-правила. В то время как для выравнивания заголовков по центру, настройки для них шрифта, а также изменения параметров отображения рисунков нужно использовать *show*-правила. Как можно заметить *show*-правила используются для более сложных настроек, они также позволяют полностью переопределить любой элемент если ни один из встроенных параметров настройки вам не подходит. Зачастую *show*-правила используются совместно с *set*-правилами, а данная конструкция называется *show-set* правило. Реже всего используются *set*-правила с условием или *set-if* правила. Они позволяют установить настройку только в случае выполнения условия [5].

Для более сложных и умных правил/документов применяется система сценариев. Она включает в себя знакомые программистам концепты: область видимости, условные и циклические конструкции, переменные и операции присваивания и арифметики, а также вспомогательные функции, в том числе методы объектов. Сюда также можно отнести модули — файлы и библиотеки (пакеты), которые можно импортировать (*import*) или встраивать их содержимое напрямую в документ (*include*) [6].

В *Typrst* также присутствует математический режим или режим вставки формул. Формулы обособляются знаком *\$*. В данном режиме напрямую доступны все функции и элементы из встроенного модуля *math*. Это позволяет использовать читаемые, подобные естественному языку слова, которые на самом деле названия функций. Например, для квадратного корня используется функция *sqrt* (англ. square root) для символа суммы — *sum*, для интеграла — *integral*, для частичного дифференциала — *partial*. Чтобы добавить символ бесконечности можно написать «*oo*», а для пустого набора — *emptyset*.

Под особым синтаксисом разметки подразумевается использование определенных символов определенным образом, что дает такой же эффект,

как если бы была вызвана конкретная функция. Например, чтобы выделить часть текста жирным, вместо вызова функции `strong` можно поставить знак «*» по обеим сторонам текста. Также вместо функции `emph` для выделения текста курсивом можно использовать знак «_». Можно провести параллель с Markdown, где используется похожий или точно такой же особый синтаксис для выделения жирным и курсивом. Для создания заголовка можно слева от названия добавить знак «=» вместо вызова конструктора `heading`. Для нумерованного списка перед текстом каждого элемента списка можно использовать знак «-», а для нумерованного — «+».

Примеры. Для наглядности и лучшего усвоения теории, перейдем к практике и напишем несколько примеров на Typst. На рис. 1 изображен отформатированный текст известных скороговорок, полученный при компиляции кода ниже.

```
1 + #highlight[Шла Маша _по шоссе_ и *сосала сушку*.  
2 + `Карл у Клары` украл кораллы, а #text(blue)[Клара у Карла] украла кларнет.  
3 + Поддержка Unicode:  
4   - зелёное яблоко  
5   - green apple  
6   - 青りんご  
7   - 🍏 #emoji.apple.green
```

1. Шла Маша по шоссе и сосала сушку.
2. Карл у Клары украл кораллы, а Клара у Карла украла кларнет.
3. Поддержка Unicode:
 - зелёное яблоко
 - green apple
 - 青りんご
 - 🍏 🍏

Рис. 1. Пример форматированного текста

Можно заметить использование специального синтаксиса для создания нумерованных и нумерованных списков, а также полную поддержку Unicode. На рис. 2 изображена формула, код которой:

```
1 $  
2 f(x) = 1 / (sigma sqrt(2 pi))  
3 e^(-1/2 ((x - mu) / sigma)^2)  
4 $
```

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Рис. 2. Пример формулы

Для использования математического режима внутри абзаца нужно писать формулу слитно со знаками «\$». Таблица на рис. 3 создана с помощью следующего кода:

```
1 #table(
2   columns: 4,
3   stroke: 2.5pt + green,
4   align: (x, y) => if x == 0 { left } else { right },
5   [*Monday*], [11.5], [13.0], [4.0],
6   [*Tuesday*], [8.0], [14.5], [5.0],
7   [*Wednesday*], [9.0], [18.5], [13.0],
8 )
```

Monday	11.5	13.0	4.0
Tuesday	8.0	14.5	5.0
Wednesday	9.0	18.5	13.0

Рис. 3. Пример таблицы

Стоит отметить, что ячейки в таблице можно также задавать программно, то есть можно загрузить данные из CSV-файла при помощи функции `csv` и передать массив/матрицу значений конструктору `table`. Typst может организовать много различных автоматизаций, что позволит сократить время на написание документа. В силу поддержки WebAssembly плагинов, в Typst уже появились пакеты с интерпретатором JavaScript и Python. Данные пакеты позволяют запускать код на соответствующих языках и использовать их результат напрямую в документе, без каких-либо посторонних программ и файлов вывода. Но значительным ограничением на данный момент является невозможность использования библиотек на Python, которые написаны с использованием сторонних языков, например `pumpru`. На рис. 4 показан простой пример создания графиков, используя код:

```
1 #import "@preview/cetz:0.3.1"
2 #import "@preview/cetz-plot:0.1.0"
3 #cetz.canvas({
4   import cetz.draw: *
5   import cetz-plot: *
6   plot.plot(size: (2, 2), axis-style: none, {
7     plot.add(( // Использование массива точек.
8       (0, 0),
9       (calc.pi / 2, 1),
10      (1.5 * calc.pi, -1),
11      (2 * calc.pi, 0),
12    ))
13    plot.add(domain: (0, 2 * calc.pi), calc.sin) // Дискретизация функции.
14  })
15 })
```

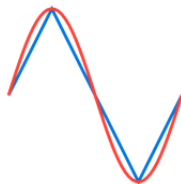


Рис. 4. Пример построения графиков

Библиотека CeTZ стала настолько большой, что автор решил ее разделить. Начиная с версии 0.3.0 в библиотеку CeTZ больше не входит модуль построения графиков, он теперь находится в библиотеке CeTZ Plot. Для нахождения простых чисел, начиная с 2 и заканчивая 20, можно воспользоваться следующим решением:

```
1 #let find-primes(n) = {
2   let primes = ()
3   for i in range(2, n + 1) {
4     let is-prime = true
5     for j in range(2, int(calc.sqrt(i)) + 1) {
6       if calc.rem(i, j) == 0 {
7         is-prime = false
8         break
9       }
10    }
11    if is-prime {
12      primes.push(i)
13    }
14  }
15  primes
16 }
17 #repr(find-primes(20))
```

(2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19)

Рис. 5. Пример нахождения простых чисел

На рис. 5 показан вывод представленного выше кода, в котором используются такие вещи как: определение функции, использование переменных, работа с массивом чисел и логическими выражениями, а также использование вспомогательных функций из модуля calc: sqrt (нахождение квадратного корня) и rem (нахождение остатка от деления).

В данной статье был рассмотрен новый инструмент в сфере создания документов, который активно растет в популярности и в количестве предоставляемого функционала. Несмотря на некоторые временные недостатки, уже сегодня пользователи с разных уголков планеты успешно защитили свои ба-

калаврские и магистерские работы, написанные исключительно на Typst. В скором будущем ожидается поддержка экспорта в HTML формат, что, в свою очередь, позволит создавать интерфейс сайтов, используя тот же синтаксис, что и для написания документов. Typst прекрасно подходит для подготовки отчета по лабораторной и домашней работе, а также для записи лекций, создания методических указаний и даже профессиональных презентаций.

Литература

- [1] *Friendship Ended with Obsidian/LaTeX*. URL: <https://ersei.net/en/blog/typst> (дата обращения 05.11.2024).
- [2] *LaTeX と Typst を比較してみよう*. URL: <https://yarakashi-kikohshi.hatenablog.com/entry/2024/03/23/004802> (дата обращения 05.11.2024).
- [3] Mädje L. *A programmable markup language for typesetting*. Master's thesis, 2022, 77 p.
- [4] Haug M. *Fast typesetting with incremental compilation*. Master's Thesis. 2022, 81 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15606.88642>
- [5] *Typst — современная альтернатива LaTeX*. URL: <https://habr.com/p/742756/> (дата обращения 04.11.2024).
- [6] *Пробуем Typst, альтернативу LaTeX*. URL: <https://habr.com/p/819837/> (дата обращения 04.11.2024).

Typst — the modern way of creating electronic documents

Voynov A.A.

voynovaa@student.bmstu.ru

Belov Y.S.

ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In the modern world of document creation, on one hand there are programs that are visually clear and easy to learn, but limited in customization flexibility (Microsoft Word), and on the other hand programs that are difficult to use and learn, but they don't limit the user in formatting abilities (LaTeX). In 2023 Typst (/ taipst/) was born, taking the best from both sides. It is clear and easy to learn, and also has a flexible style system for formatting any element. This article discusses the features and syntax of Typst and provides examples. It was concluded that Typst can be used for a wide range of documents: for dissertation and laboratory work, for presentations and writing lectures.

Keywords: *Typst, LaTeX alternative, typesetting system, word processor, layout of documents, electronic document, creation of documents*

УДК 004.942

Разработка десктопных приложений для взаимодействия с метеостройствами по Modbus RTU

Воронов Даниил Сергеевич

danikvoron1@gmail.com

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_ye@bmstu.ru

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

Произведена разработка и тестирование программы, предназначенной для сбора метеоданных с метеодатчика zetlab 7023 с их последующим использованием. Собираемыми данными являются температура, атмосферное давление и относительная влажность воздуха. Целью сбора метеоданных является расчет баллов радиолокационной наблюдаемости. Перечисляются применяемые при выполнении работы этапы и порядок их выполнения.

Ключевые слова: протокол Modbus RTU, метеодатчик, контрольная сумма, запрос, метеоданные, радиолокационная наблюдаемость, последовательный интерфейс, последовательный порт

В современном мире сбор и анализ метеоданных играют ключевую роль в различных отраслях, начиная от сельского хозяйства [1] и энергетики [2] и заканчивая градостроительством, транспортом и авиацией. Метеоданные предоставляют важную информацию о погодных условиях, включая температуру, влажность, давление, скорость и направление ветра, осадки и другие параметры. Эти данные необходимы для принятия решений в различных областях деятельности, таких, как сельскохозяйственные предприятия (используют метеоданные для оптимизации земледелия и животноводства), компании в области энергетики (используют метеоданные для оптимизации производства и распределения энергии) и т. д.

В этом контексте разработка программы на языке C++ с использованием Фреймворка Qt [3] для взаимодействия с метеодатчиком по протоколу Modbus RTU становится важным инструментом не только для общего сбора и анализа метеоданных, но и для обеспечения эффективной работы радиолокационных систем и других технических устройств, зависящих от точности и достоверности погодной информации.

Для взаимодействия с метеодатчиком Zetlab 7023 был использован протокол Modbus RTU [4]. Modbus RTU — промышленный протокол связи, используемый для передачи данных между устройствами через последовательный интерфейс (Serial Interface). Он широко применяется в системах автоматизации, таких как промышленные контроллеры, датчики и исполнительные механизмы. Данный протокол базируется на простом и эффективном формате передачи данных. Каждое устройство в сети имеет свой адрес, по которому можно осуществлять обмен данными. Сообщения состоят из функционального кода, адреса регистра, данных и кон-

трольной суммы (в основном CRC16) для обеспечения целостности передаваемой информации.

В алгоритме программы используется Qt, который является кроссплатформенным фреймворком, обеспечивающим удобные средства разработки приложений с графическим интерфейсом. Он поддерживает работу с последовательными портами (Serial Port), что делает его отличным выбором для работы с устройствами, использующими протокол Modbus RTU.

Алгоритм программы при помощи встроенных в фреймворк Qt библиотек, таких, как QSerialPort, QSerialPortInfo подключается через последовательный порт к метеодачику, который подключен к компьютеру.

QSerialPort и QSerialPortInfo — это библиотеки Qt для работы с последовательными портами в C++. Они предоставляют удобный интерфейс для взаимодействия с последовательной передачей данных, поддерживая как основную функциональность (открытие порта, чтение, запись данных), так и дополнительные возможности для более точной настройки.

QSerialPort — это основной класс для взаимодействия с последовательным портом. Он позволяет работать с портом как с потоком, отправляя и получая данные в режиме реального времени. Основные возможности включают:

- открытие и закрытие порта: можно открыть порт в режиме чтения и/или записи;
- чтение и запись данных: методы предоставляют возможность отправлять и принимать данные, а также работать с буферизацией данных;
- настройка параметров порта: можно задавать скорость передачи данных (baud rate), биты данных, стоп-биты, паритет и управление потоком;
- работа с сигналами и слотами: QSerialPort интегрируется с механизмом событий Qt, позволяя реагировать на события, такие как поступление новых данных или изменение состояния порта.

QSerialPortInfo — это вспомогательный класс, который предоставляет информацию о доступных последовательных портах. Он позволяет получить данные о всех портах, подключенных к системе, их именах и описаниях.

После успешного подключения к метеодатчику посредством вышеуказанных библиотек последовательно формируется 3 запроса для получения текущих сохраненных значений температуры, относительной влажности воздуха и атмосферного давления. Запросы представляют собой последовательность байт, в которую включаются: адрес устройства, байтовый адрес функции чтения сохраненных данных, адрес читаемых регистров (адреса регистров представлены в документации к метеодатчику Zetlab 7023), и количество регистров, после чего данные последовательности отправляются в отдельную функцию, рассчитывающую контрольную сумму CRC16 и добавляющую контрольную сумму в запрос.

Сформированные запросы последовательно отправляются датчику, и при целостности переданных данных (если отправленная и принятая контрольная суммы верны) датчик отправляет текущее значение регистров устройству.

При помощи графического интерфейса, созданного средствами Qt, принятые данные автоматически отображаются на экране, а также сохраняются в файл .csv для дальнейшего анализа.

Полученные данные используются для расчета баллов радиолокационной наблюдаемости [5], которые, в свою очередь, используются для определения и анализа загоризонтной распространяемости сигналов. Далее эти данные о распространяемости сигналов используются для эффективной работы радиотехнических систем (РТС) [6].

На основе вышеперечисленных данных можно сделать вывод, что разработка программы на языке C++ с использованием фреймворка Qt для взаимодействия с метеодатчиками позволяет создать удобный графический интерфейс для работы с метеоустройствами, и при этом применять данную технологию без особых затрат практически в любой сфере деятельности.

Литература

- [1] МакЛорен П. *Анализ метеорологических данных в сельском хозяйстве*. Москва, Агротехника, 2008.
- [2] Вокинг Дж.М. *Метеорологические данные и энергетика*. Москва, Энергопром, 2015.
- [3] Бейер В. *Программирование на языке C++ в Qt5*. Москва, BHV, 2014.
- [4] Смит Дж. *Руководство по протоколу Modbus: по внедрению и использованию в промышленной среде*. Москва, Техносфера, 2018.
- [5] Баранов В.А. *Радиолокационные системы и методы обработки сигналов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.
- [6] Бартенев С. *Радиолокационная навигация, теория и практика*. Москва, Машиностроение, 2005.

Development of desktop applications for interaction with meteorological devices via Modbus RTU

Voronov D.S. danikvoron1@gmail.com

Gagarin Y.E. gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In the described study, a program is being developed and tested designed to collect weather data from the zellab 7023 weather sensor with their subsequent use. The data collected are temperature, atmospheric pressure and relative humidity. The purpose of collecting meteorological data is to calculate radar observability scores. The steps used in the execution of the work and the order of their execution are listed.

Keywords: *Modbus RTU protocol, weather sensor, checksum, request, weather data, radar observability, serial interface, serial port*

УДК 004.855.5

Использование систем для распознавания лиц в видеопотоке для контроля за сотрудниками промышленного предприятия

Вершинин Евгений Владимирович

vershinin@bmstu.ru

Коневцев Егор Романович

konevtsever@student.bmstu.ru

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

Рассмотрено использование систем распознавания лиц для контроля сотрудников на предприятиях. Технологии искусственного интеллекта и компьютерного зрения позволяют автоматизировать контроль доступа, учет рабочего времени и мониторинг активности, что повышает безопасность и оптимизирует процессы. Описаны алгоритмы и нейронные сети — сверточные (CNN), глубокие (Deep CNN), сиамские и рекуррентные (RNN), которые обеспечивают обнаружение, идентификацию и отслеживание лиц в реальном времени. Внедрение этих технологий помогает предотвратить несанкционированный доступ, улучшить дисциплину, соблюдать регламенты и собирать данные для анализа рабочих процессов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, распознавание лиц, cnn, rnn, сиамские нейронные сети, контроль сотрудников, компьютерное зрение

С развитием технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения системы распознавания лиц стали все чаще применяться в корпоративной среде для повышения безопасности и оптимизации процессов. Внедрение таких систем на предприятиях предоставляет возможность автоматизировать задачи по контролю за сотрудниками, учету рабочего времени и обеспечению безопасности на рабочих местах. В данной работе рассмотрим, как системы распознавания лиц могут использоваться для контроля за сотрудниками и какие преимущества они приносят.

Поиск лиц в видеопотоке — это процесс идентификации и отслеживания лиц людей в реальном времени с использованием камер видеонаблюдения и технологий компьютерного зрения. В корпоративной среде такой метод может быть полезен для:

- безопасности и контроля доступа: автоматическая идентификация сотрудников и проверка их прав доступа в различные зоны компании;
- мониторинга присутствия и рабочего времени: точный учет времени прихода и ухода работников, а также отслеживание их активности в течение рабочего дня;
- управления производительностью: анализ выражений лиц сотрудников для оценки их вовлеченности и эмоционального состояния.

Внедрение системы поиска лиц в видеопотоке позволяет не только повысить безопасность, но и улучшить внутренние процессы и управление персоналом.

Для решения задачи поиска и идентификации лиц необходимо разработать алгоритмы, которые могут:

- обнаруживать и получать изображения лиц в видеопотоке;
- производить преобразование изображения в вектор признаков;
- сравнивать полученный вектор с векторами в базе данных;
- отслеживать лица в кадре во время движения.

Для решения задач поиска и идентификации лиц в видеопотоке, включая обнаружение, векторизацию, сранение и отслеживание, подходят следующие нейронные сети:

- для решения задачи обнаружения лиц в видеопотоке подходят сверточные нейронные сети(CNN). Они позволяют эффективно обрабатывать изображения и выделять важные визуальные признаки [1];

- для преобразования изображения лица в вектор признаков, который является уникальным для каждого человека, применяют глубокие сверточные нейронные сети (Deep CNN). Такие сети анализируют характеристики лица, которые можно использовать в дальнейшем для идентификации (FaceNet, ArcFace, DeepFace) [2];

- для сравнения полученного вектора подходят сиамские нейронные сети (Seamse Networks). Они обучаются различать пары изображений и проверять, принадлежат ли они одному лицу [3]. Сиамские сети состоят из двух параллельных ветвей CNN, которые обучаются совместно, чтобы минимизировать различия между векторами одного лица и увеличивать различия между векторами разных лиц. Эти сети помогают определить, насколько два face embedding похожи друг на друга, и используются для проверки идентичности лиц [4];

- для отслеживания лиц в кадре при их перемещении и анализа временных зависимостей могут использоваться рекуррентные нейронные сети (RNN) [5]. Особенно их разновидность LSTM. Эти сети применяются, когда нужно учитывать последовательность кадров и отслеживать лицо в течение времени. LSTM хорошо подходят для видеопотоков, поскольку позволяют модели помнить информацию из предыдущих кадров, что помогает отслеживать движения лица, когда человек передвигается по кадру [4].

Обнаружение и идентификация лиц в видеопотоке позволяет значительно повысить эффективность работы сотрудников и улучшить внутренние бизнес-процессы:

- безопасность — предотвращение несанкционированного доступа;
- контроль рабочего времени — автоматизация учета прихода и ухода;
- эффективность распределения ресурсов — отслеживание местонахождения сотрудников;
- соблюдение регламентов — контроль доступа к зонам и наличия защитной экипировки;
- аналитика и оптимизация процессов — сбор данных для улучшения рабочих процессов.

Системы распознавания лиц становятся эффективным инструментом для контроля за сотрудниками на предприятии, обеспечивая высокий уровень безопасности, точность учета и удобство использования. Эти технологии по-

могут не только улучшить контроль доступа и учет рабочего времени, но и оптимизировать внутренние процессы, что в конечном итоге способствует повышению общей производительности предприятия.

Литература

- [1] Багаев И.И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля TensorFlow. *Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах*, 2020, т. 8, № 1, с. 15–22. <https://doi.org/10.18503/2306-2053-2020-8-1-15-22>
- [2] Бармин А.С. Сравнение архитектур глубоких сверточных нейронных сетей для задачи классификации дорожных знаков. *Международ. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: материалы*. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017, с. 4249–4253.
- [3] Фомин И.С., Корсаков А.М., Архипов А.Е. Распознавание людей с помощью сегментного спайкового нейрона по признакам, извлеченным сиаемской сверточной нейронной сетью. *Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях. VIII Всерос. конф.: тр.* Нижний Новгород, Институт прикладной физики Российской академии наук, 2023, с. 162–165.
- [4] Митина О.А., Ломовцев П.П. Проверка подписи на основе сиаемских нейронных сетей. *Национальная Ассоциация Ученых*, 2023, № 89–3, с. 41–47.
- [5] Нигамадянов Ф.М., Арутюнова Н.К. Принцип работы рекуррентной нейронной сети LSTM и применение этой сети при прогнозировании временных рядов. *Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. VII Всерос. нац. науч. конф. молодых ученых: материалы*. Комсомольск-на-Амуре, Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024, с. 378–381.

The use of face recognition systems in the video stream to monitor employees of an industrial enterprise

Vershinin E.V.

vershinin@bmstu.ru

Konevtsev E.R.

konevtsever@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the use of facial recognition systems to control employees in enterprises. Artificial intelligence and computer vision technologies allow you to automate access control, time tracking and activity monitoring, which increases security and optimizes processes. Algorithms and neural networks are described — convolutional (CNN), deep (Deep CNN), Siamese and recurrent (RNN) — which provide real-time face detection, identification and tracking. The introduction of these technologies helps to prevent unauthorized access, improve discipline, comply with regulations and collect data for the analysis of work processes.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, face recognition, CN, RNN, Siamese neural networks, employee control, computer vision

УДК 004.89

Определение тональности речи с использованием моделей Wav2Vec2 и HuBERT

Захаров Евгений Андреевич

zakharovea@student.bmstu.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрена задача распознавания эмоций по речи с использованием методов глубокого обучения. Для извлечения признаков из аудиосигналов используются трансформерные модели HuBERT и Wav2Vec 2.0, которые автоматически извлекают важные характеристики речи. Далее для анализа временных зависимостей и определения эмоций применяется LSTM-сеть, что позволяет эффективно классифицировать эмоции на основе аудиофайлов, учитывая контекст и динамику речи. Такой подход позволяет получить лучшие результаты, чем традиционные методы, такие как SVM и HMM.

Ключевые слова: искусственный интеллект, wav2vec, BERT, HuBERT, LSTM, анализ тональности, обработка аудио, машинное обучение, глубокое обучение

Выражение эмоций через голос — это одна из самых естественных форм общения. Задача выявления эмоций по голосу остается весьма сложной, поскольку само понятие эмоции охватывает широкий спектр состояний, и они могут проявляться по-разному. Системы для распознавания эмоций говорящего (Speaker Emotion Recognition, или SER) необходимы для анализа эмоциональных реакций, но сложность задачи возрастает из-за множества факторов: от уникальных особенностей голосов и эмоциональных оттенков до фонового шума и различных манер речи. Такие системы находят практическое применение в образовании, здравоохранении, сервисном обслуживании и взаимодействии человека с компьютером.

Ранее для распознавания эмоций применяли традиционные методы машинного обучения, такие как SVM, HMM и KNN, основанные на извлечении признаков из спектра сигнала [1]. Теперь с развитием технологий все чаще начали использоваться методы глубокого обучения, включая сверточные и рекуррентные нейронные сети, которые обычно работают с такими данными, как спектрограммы. Для решения этой задачи отлично подходят модели HuBERT [2] и Wav2Vec2 [3], которые способны автоматически выделять характеристики из аудиосигналов для последующего анализа эмоций.

Основная задача заключается в выделении наиболее отличимых признаков в речи для распознавания эмоций. Вместо традиционных методов следует использовать подход с трансформерами, в частности, модели HuBERT и Wav2Vec 2.0, которые извлекают и акустические, и языковые особенности напрямую из аудиосигналов.

HuBERT (Hidden-Unit BERT) обучен на основе самонастраивающегося подхода, где процесс извлечения признаков включает кластеризацию звуко-

вых единиц без привязки к лексике. Модель справляется с несколькими важными проблемами, такими как многозначность звуковых элементов, отсутствие лексикона и разделения на единицы во время предварительного обучения. Для решения этих проблем HuBERT использует шаг предварительной кластеризации звуковых единиц, а затем находит предсказания для скрытых областей, основываясь на контексте. В ходе обучения HuBERT случайным образом маскирует часть временных шагов и предсказывает их, применяя к маскированным и немаскированным шагам функцию потерь. Этот процесс вынуждает модель изучать как кратковременные, так и долговременные зависимости в звуке. Для обучения HuBERT использует крупные речевые наборы данных, такие как Librispeech и Libri-light, а также представлен в нескольких размерах: от BASE (90 млн параметров) до X-LARGE (1 млрд параметров).

Wav2Vec 2.0, также построенная на архитектуре трансформеров, предназначена для извлечения информативных признаков из аудиоданных. В отличие от HuBERT, Wav2Vec 2.0 полагается на обучение через контрастные потери, что помогает модели дифференцировать правильные и ошибочные аудиопредставления. Сначала Wav2Vec 2.0 преобразует исходные аудиоволны в набор начальных скрытых признаков, применяя сверточную сеть и функцию активации GELU, что позволяет выделить временные представления сигнала. Эти признаки затем поступают в трансформерную сеть, обученную различать правильные и ошибочные квантизированные представления аудиосигнала. Такой подход позволяет Wav2Vec 2.0 строить контекстуализированные представления речи и улавливать долгосрочные зависимости, не требуя маркированных данных.

Рассмотрим, как может выглядеть итоговая архитектура сети для решения поставленной задачи. На первом этапе в качестве входных данных используется необработанный аудиофайл, который подается в модуль извлечения признаков. Этот модуль может быть представлен одной из двух трансформерных моделей — HuBERT или Wav2Vec 2.0, которые выделяют ключевые признаки из звука. Результатом работы модуля становится матрица признаков размером $n \times 768$, где n — количество временных шагов, а 768 — размерность каждого признака.

Далее происходит усреднение значений по строкам матрицы, что позволяет сократить ее до вектора фиксированного размера 768, обеспечивая унифицированный формат данных независимо от длительности исходного аудиофайла. Этот вектор, представляющий основные черты аудиосигнала, поступает в модуль анализа тональности. В качестве этого модуля могут использоваться известные архитектуры, такие как LSTM [4] или Bi-LSTM сети, которые хорошо подходят для обработки временных последовательностей и позволяют учитывать как текущий, так и предыдущий контексты в речевом сигнале, что важно для точного распознавания тональности [5].

Затем результаты обработки передаются в завершающий слой классификации, который сопоставляет полученные данные с набором категорий эмоций и выдает наиболее вероятную эмоцию.

В результате работы предложенной методологии распознавания эмоций из речи, использующиеся трансформерные модели HuBERT и Wav2Vec 2.0 значительно повышают точность извлечения признаков из необработанных аудиосигналов, избегая необходимости в ручном выделении характеристик.

Литература

- [1] Siqing Wu, Tiago H. Falk, Wai-Yip Chan. Automatic speech emotion recognition using modulation spectral features. *Speech Communication*, 2011, vol. 53, pp. 768–785.
<https://doi.org/10.1016/j.specom.2010.08.013>
- [2] Hsu W.-N. Hubert: Self-supervised speech representation learning by masked prediction of hidden units. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.07447>
- [3] Baevski A. wav2vec 2.0: A framework for self-supervised learning of speech representations. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.11477>
- [4] Mollah P. An LSTM model for Twitter Sentiment Analysis. *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.01791>
- [5] Захаров Е.А., Белов Ю.С. Генерация фильмов с помощью искусственного интеллекта. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: материалы*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024.

Speech sentiment recognition using Wav2Vec2 and HuBERT feature extraction models

Zakharov E.A. zakharovea@student.bmstu.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The way to solve task of emotion recognition from speech using deep learning methods. Transformer models HuBERT and Wav2Vec 2.0 are used to extract features from audio signals, automatically capturing key characteristics of speech. Next, an LSTM network is applied to analyze temporal dependencies and identify emotions, enabling effective emotion classification based on audio files while considering context and speech dynamics. This approach yields better results than traditional methods, such as SVM and HMM.

Keywords: *artificial intelligence, wav2vec, BERT, HuBERT, LSTM, sentiment analysis, audio processing, machine learning, deep learning*

УДК 004.42

Методы устранения артефактов и шумов при цифровой 3D-реконструкции объектов из изображений

Чурилин Олег Игоревич dima.ty.12@mail.ru

Белов Юрий Сергеевич yselov@bmstu.ru

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

В процессе преобразования изображений в готовые трехмерные модели нередко возникают неточности в связи с разнообразными факторами. Артефакты и шумы, возникающие в процессе фотограмметрической реконструкции, могут исказить геометрию, текстуры и общую точность модели, что негативно сказывается на ее использовании в профессиональных и научных целях. Исследованы основные виды артефактов и шумов, их причины, а также современные методы и технологии, применяемые для их устранения. Статья освещает значимую область исследований, которая имеет потенциал для применения в различных сферах — от цифрового сохранения культурного наследия и научных исследований до разработки приложений виртуальной реальности и инженерных проектов.

Ключевые слова: 3D-реконструкция, устранение артефактов, шумоподавление, фотограмметрия, текстурирование, визуализация, обработка изображений

Процесс 3D-реконструкции объектов из изображений требует большого количества фотоснимков, которые затем объединяются в единую модель. Артефакты и шумы могут появляться по нескольким причинам:

- недостаточное количество снимков — если модель строится на ограниченном числе фотографий, программное обеспечение может создавать недоверенные фрагменты, заполняя пробелы в данных;
- низкое качество изображений — фотографии с плохим освещением, шумами, размытием или низким разрешением ухудшают качество реконструкции;
- текстурные артефакты — если текстуры не накладываются корректно или имеются пересечения текстурных слоев, на поверхности модели могут появляться «рваные» области и цветовые искажения;
- сложные геометрии — объекты с множеством мелких деталей или сложными формами сложнее поддаются реконструкции, так как система может неправильно интерпретировать их;
- искажения от оптики — недостатки в камерах, такие как хроматическая аберрация и дисторсия, могут повлиять на исходные изображения и привести к искажениям в итоговой модели [1].

Существуют различные методы и техники, направленные на устранение или минимизацию артефактов и шумов, что позволяет добиться более точных и визуально качественных моделей.

На этапе подготовки изображений часто используется фильтрация для устранения шумов. К примеру, применение фильтра Гаусса позволяет сгладить изображения, уменьшая мелкие шумы, вызванные низким качеством камеры или плохим освещением [2]. Медиа-фильтры также помогают устранить точки, резко отличающиеся от соседних, что делает исходные изображения более однородными.

Также некоторые артефакты возникают из-за оптических искажений, особенно если фотографии сделаны на камеры с объективами, не предназначенными для научных исследований. Современные фотограмметрические программы включают инструменты для исправления хроматической аберрации, бочкообразной или подушкообразной дисторсии, что делает изображения более точными и устраняет искажения на уровне текстур [3].

Текстурные артефакты в том числе являются одной из распространенных проблем при 3D-реконструкции. Улучшенные алгоритмы наложения текстур позволяют корректно совмещать текстуры с поверхностью модели, предотвращая пересечение текстур и возникновение «рваных» областей. Например, метод *blend mapping* позволяет использовать плавное наложение нескольких текстур, что делает переходы более естественными [4].

Современные методы фотограмметрии работают на основе построения разреженного и плотного облаков точек, что позволяет более точно реконструировать геометрию объекта. Разреженное облако точек формирует основу модели, а плотное облако используется для заполнения деталей. Такой подход снижает вероятность появления шумов в конечной модели.

Искусственный интеллект и глубокое обучение играют все более важную роль в устранении артефактов и улучшении качества 3D-реконструкции. Модели глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), могут обучаться на больших наборах данных и эффективно выявлять шумы и артефакты в изображениях, автоматически корректируя их [5]. Эти алгоритмы также могут предсказывать недостающие элементы модели, заполняя пробелы более естественно.

Существуют специализированные программные пакеты, ориентированные на исправление артефактов в 3D-реконструкции. Примеры таких программ включают Agisoft Metashape, RealityCapture, и Autodesk ReCap, которые имеют инструменты для фильтрации шумов, корректировки текстур и улучшения качества текстурного наложения [6]. Они позволяют пользователям применять встроенные фильтры и алгоритмы исправления искажений на уровне исходных данных или на этапе финального моделирования.

Вопрос устранения артефактов и шумов в фотограмметрии остается актуальным и требует дальнейших исследований. Внедрение ИИ и технологий машинного обучения в обработку изображений открыло широкие возможности для создания более точных и реалистичных 3D-моделей. Развитие адаптивных алгоритмов, которые смогут автоматически подстраиваться под специфические условия съемки и коррелировать данные с геометрией объекта, может значительно улучшить результаты реконструкции.

Таким образом, точность 3D-реконструкции объектов на основе фотограмметрии зависит от множества факторов, и артефакты и шумы являются одними из главных вызовов. Современные методы, такие как фильтрация, программные коррекции, улучшенные алгоритмы наложения текстур и использование ИИ, дают возможность значительно уменьшить влияние этих факторов. Дальнейшее развитие данных технологий откроет еще больше возможностей для высококачественной реконструкции, делая ее более доступной и надежной для различных сфер применения.

Литература

- [1] Матвеева О.А., Кузнецов В.И. *Фотограмметрия: методические материалы к учебной практике исполнительская (по фотограмметрии)*. Волгоград, ВГАУ, 2018, 32 с.
- [2] Золотухин Д.П. Создание 3D-моделей средствами цифровой фотограмметрии. *Актуальные проблемы науки и техники. Нац. науч.-практ. конф.: материалы*. Ростов-на-Дону, ДГТУ, 2018, с. 328–329.
- [3] Игнатьев А.Ю. Возможности применения фотограмметрии в 3D-моделировании. *Студенческий вестник*, 2021, № 14–4 (112), с. 87–88.
- [4] Богатырев И.С. Фотограмметрия в современном мире. *Матрица научного познания*, 2022, № 3–2, с. 44–51.
- [5] Алтухов В.Г. Исследование точности фотограмметрии как метода определения объема объекта. *Автоматика и программная инженерия*, 2021, № 2 (32), с. 69–74.
- [6] Курячая Е.А., Новикова В.Е. Фотограмметрия и ее основные направления. *Проблемы и перспективы формирования инфраструктуры экономики знаний: сб. ст.* Москва, ООО «ИМПУЛЬС», 2018, с. 160–162.

Methods for eliminating artifacts and noise in digital 3D reconstruction of objects from images

Churilin O.I. dima.ty.12@mail.ru

Belov Y.S. yselbelov@bmsu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

During the process of converting images into complete 3D models, inaccuracies often arise due to various factors. Artifacts and noise generated during photogrammetric reconstruction can distort the geometry, textures, and overall accuracy of the model, which negatively impacts its use in professional and scientific contexts. This article examines the main types of artifacts and noise, their causes, as well as current methods and technologies used to eliminate them. It highlights an important area of research with potential applications in various fields — from digital preservation of cultural heritage and scientific research to virtual reality development and engineering projects.

Keywords: 3D reconstruction, artifact elimination, noise reduction, photogrammetry, texturing, visualization, image processing

УДК 004.056.55

Объединение методов машинного обучения с гомоморфным шифрованием: возможности и ограничения

Шевелев Александр Алексеевич alekshevelev@mail.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич gagarin_ye@bmstu.ru

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

Исследование посвящено синтезу методов машинного обучения и гомоморфного шифрования с целью анализа чувствительной информации. Основное внимание уделено изучению возможностей и ограничений этой технологии для защиты данных в процессе вычислений и обучения моделей. Гомоморфное шифрование позволяет выполнять операции непосредственно с зашифрованными данными, исключая необходимость их дешифровки. Это открывает новые горизонты для обеспечения конфиденциальности. Однако остаются нерешенные вопросы, связанные с высокими вычислительными затратами, сложностью масштабирования и адаптацией алгоритмов машинного обучения. Работа акцентирует внимание на применении технологии в сферах медицины, финансов и Интернета вещей (IoT), где требуется повышенный уровень безопасности данных.

Ключевые слова: гомоморфное шифрование, машинное обучение, конфиденциальность данных, федеративное обучение

Рост применения машинного обучения и обработки данных в здравоохранении и финансовом секторе требует обеспечения конфиденциальности информации. Анализ персональных данных, таких как медицинские записи или финансовые транзакции, сопряжен с риском утраты или утечек. Для защиты данных на всех этапах обработки используется гомоморфное шифрование, которое позволяет выполнять вычисления на закодированных данных без их дешифрования.

Гомоморфное шифрование обеспечивает возможность выполнения математических операций непосредственно над зашифрованными данными. Если $E(x)$ обозначает шифрование, а $D(x)$ — расшифровку, выполняется условие $D(E(a) \circ E(b)) = a \circ b$, где $\circ$ представляет собой аддитивную или мультипликативную операцию. Например, в системе Paillier реализуется аддитивная гомоморфность, где $E(a) \cdot E(b) = E(a + b)$, а в системе RSA с применением экспоненциального шифрования поддерживается мультипликативная гомоморфность.

В здравоохранении гомоморфное шифрование применяется для создания прогнозирующих моделей, основанных на медицинских данных. Алгоритмы линейной регрессии, обученные на зашифрованных наборах данных пациентов, могут выявлять риск сердечно-сосудистых заболеваний. Формула линейной регрессии $y = w \cdot x + b$, где w и b — коэффициенты модели, сохраняет корректность вычислений благодаря поддержке аддитивных операций.

В финансовой сфере использование гомоморфного шифрования позволяет реализовать безопасные системы оценки кредитоспособности. В частности, алгоритм, базирующийся на модели логистической регрессии, может принимать зашифрованные данные клиента x и вычислять вероятность дефолта через функцию

$$P(y = 1 | x) = \frac{1}{1 + e^{-(w \cdot x + b)}}.$$

Шифрованные веса $E(w)$ и входные данные $E(x)$ дают возможность выполнять безопасные вычисления, предотвращая раскрытие личной информации клиента.

Полное гомоморфное шифрование (FHE) позволяет выполнять как аддитивные, так и мультипликативные операции. Это делает его подходящим для сложных моделей, таких как глубокие нейронные сети. Например, для вычисления функции активации ReLU $f(x) = \max(0, x)$ или аппроксимации функций типа сигмоиды требуются полиномы низкой степени, которые реализуются через мультипликативные преобразования. Однако сложность таких вычислений возрастает экспоненциально с увеличением числа слоев сети, что делает обучение моделей на зашифрованных данных ресурсоемким.

Примером задачи, где применимо частичное гомоморфное шифрование (PHE), является классификация изображений в ограниченном пространстве параметров. Если изображение кодируется вектором x , то вычисления, такие как сравнение интенсивности пикселей $x_i > t$, могут выполняться с использованием только аддитивных преобразований, что снижает вычислительные затраты.

Одной из ключевых проблем является оптимизация вычислений. Например, работа с нелинейными функциями в нейронных сетях требует замены ReLU на кусочно-линейные аналоги, таких как функции вида $f(x) = ax + b$, где a и b определяются из диапазона входных данных. Кроме того, для ускорения работы алгоритмов применяется разбиение задачи на несколько подзадач, каждая из которых выполняется с помощью частичного шифрования.

Для преодоления вычислительных ограничений активно разрабатываются гибридные подходы. Использование федеративного обучения в сочетании с гомоморфным шифрованием позволяет распределять вычислительные нагрузки между несколькими устройствами. В проекте SecureML реализована схема, где зашифрованные данные передаются между серверами, выполняющими операции по построению модели, сохраняя полную конфиденциальность.

На аппаратном уровне ускорение вычислений достигается за счет применения графических процессоров (GPU) и специализированных схем (ASIC). Реализация FHE на платформе NVIDIA CUDA позволяет значительно сократить время обработки операций за счет параллельных вычислений.

Использование гомоморфного шифрования открывает новые перспективы для безопасной обработки данных. Однако его внедрение требует решения задач, связанных с уменьшением вычислительных затрат и адаптацией суще-

ствующих алгоритмов машинного обучения к работе с зашифрованными данными. Продолжение исследований в данной области может привести к созданию высокоэффективных систем анализа, которые гарантируют безопасность данных без компромиссов в точности моделей.

Литература

- [1] Ложников П.С., Смотуга А.Е., Жумажанова С.С., Сулавко А.Е. *Безопасность систем искусственного интеллекта. Ч. 1. Доверенный искусственный интеллект*. Омск, ОмГТУ, 2023, 74 с.
- [2] Хапке Х. *Разработка конвейеров машинного обучения: руководство*. Москва, ДМК Пресс, 2021, 346 с.
- [3] Баланов А.Н. *Комплексная информационная безопасность*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 400 с.
- [4] Bourse F., Sanders O., Traoré J. Improved secure integer comparison via homomorphic encryption. *Topics in cryptology. The Cryptographers' Track at the RSA Conference 2020. Lecture notes in computer science*, 2020, vol. 12006, pp. 391–416.
- [5] *Комплексное руководство по полностью гомоморфному шифрованию (FHE)*. URL: http://ko.com.ua/kak_granichnye_vychisleniya_izmenyayut_set_121711 (дата обращения 01.04.2024).

Integration of machine learning methods with homomorphic encryption: opportunities and limitations

Shevelev A.A. alekshevelev@mail.ru

Gagarin Y.E. gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The research focuses on integrating machine learning methods with homomorphic encryption to analyze sensitive information. It emphasizes exploring the potential and limitations of this technology for data protection during computations and model training. Homomorphic encryption enables operations to be performed directly on encrypted data without requiring decryption, opening new possibilities for ensuring data privacy. However, unresolved challenges remain, including high computational costs, scalability issues, and adapting machine learning algorithms. The research highlights the application of this technology in fields such as healthcare, finance, and the Internet of Things (IoT), where enhanced data security is essential.

Keywords: *homomorphic encryption, machine learning, data privacy, federated learning*

УДК 004.93

Развитие технологии end-to-end транскрипции речи

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 end-to-end алгоритмов транскрипции речевых цифровых аудиоданных. Рассмотрены исторические этапы и пути развития сквозных end-to-end алгоритмов транскрипции речи. Рассмотрен CTC алгоритм транскрипции речи и его конкурентные преимущества. Рассмотрено развитие CTC алгоритма с помощью применения нейронной BLSTM модели. Рассмотрено развитие CTC алгоритма для осуществления потоковой транскрипции с помощью моделей RNN Transducer и Neural Transducer. Рассмотрен альтернативный путь развития CTC алгоритма в виде Attention LAS модели. Сделаны выводы о дальнейших перспективах развития технологии сквозной транскрипции речевых аудиоданных.

Ключевые слова: *нейросети, транскрипция, connectionist temporal classification, RNN transducer, neural transducer, attention LAS*

Объем аудиоданных, связанных с речевой информацией, неуклонно растет вместе с остальными типами информации, находя себе применение в различных сферах человеческой деятельности. Данный факт приводит к некоторым проблемам и задачам, например необходимость поиска по данным и всестороннего анализа данных, повышение доступности информации, ускорение и автоматизация рабочих процессов, которые можно эффективно решить с помощью алгоритмов автоматического распознавания речи.

Наибольшую эффективность решения задачи автоматического распознавания речи на данный момент показывают методы с применением методов глубокого обучения. Пиком развития такого подхода на данный момент являются сквозные end-to-end модели, являющиеся высоко интегрированными полностью нейросетевыми архитектурами автоматического распознавания речи [1].

В качестве end-to-end или сквозного подхода к распознаванию речи исторически получили развитие вследствие своей эффективности нейросетевые подходы основанные на модификации модели CTC (Connectionist temporal classification), это модели: RNN Transducer и Neural Transducer, и Attention LAS (Listen, attend and spell) модели.

Преимуществом модели CTC была возможность тренировать модель без необходимости проводить предварительное трудозатратное полифреймовое выравнивание между звуком и транскрипцией. Данная модель позволяла максимизировать итоговую вероятность последовательностей символов и обобщать возможное выравнивание между звуком и транскрипцией. Сравнение определения итоговой вероятности в ходе работы модели CTC и модели основанной на полифреймовом выравнивании представлено на рис. 1 [2].

На основе алгоритма CTC была представлена нейросетевая модель BLSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory) предназначенная для транскрипции речи. Данная модель достигает одних из наилучших результатов в качестве моделей распознавания свободной речи, в первую очередь, как модель распознавания контекстно-зависимых фонем [3].

Дальнейшим развитием применения CTC алгоритма стали стриминг модели RNN Transducer и Neural Transducer. RNN Transducer добавляет к применению CTC алгоритма 2 слоя: рекуррентный слой, принимающий на вход данные выходные данные предыдущих этапов и производящий на их основе прогнозирование следующих выходных данных, а также связывающий слой, позволяющий комбинировать выход CTC алгоритма и спрогнозированные данные [4]. Архитектура данной модели представлена на рис. 2.

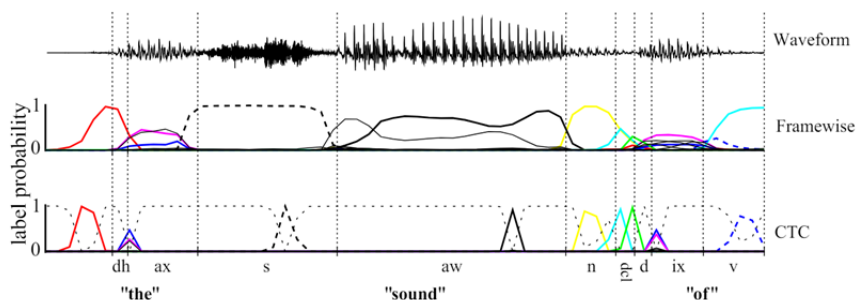


Рис. 1. Сравнение работы алгоритмов CTC и с полифреймовым выравниванием

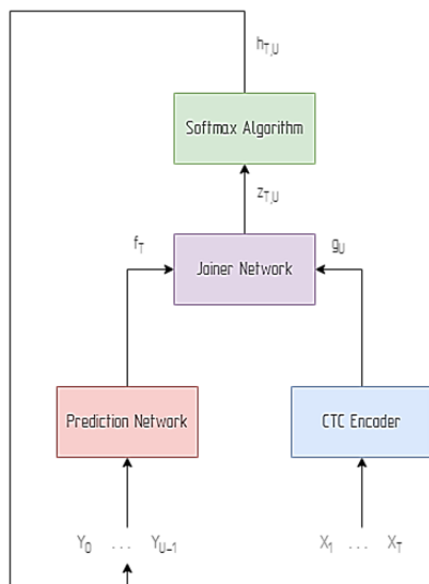


Рис. 2. Архитектура RNN Transducer сети

Развитием же идеи RNN Transducer стала модель Neural Transducer, основанная на применении seq2seq (sequence to sequence) подхода. Данная модель вводит 2 слоя: слой Encoder — принимающий на вход последовательность аудиосигналов и генерирующий для каждого элемента последовательности представление в виде векторов фиксированной длины, и слой Decoder — генерирующий выходные последовательности на основе полученного от Encoder слоя контекста с помощью seq2seq подхода [5, 6].

Иным подходом, развивающим идею CTC алгоритма, являются Attention-based модели. Архитектура данных моделей состоит из 3-х компонентов: Encoder, Decoder и Attention моделей. Encoder модуль кодирует входной вектор в последовательность векторов речевых признаков, Decoder модуль вычисляет вероятность следующего выходного сигнала как результат функции от результаты работы Encoder модуля и предыдущих выходных сигналов, Attention модуль предназначен для определения наиболее релевантного фрейма для выполнения предсказания. Данная модель показывает себя очень хорошо в задачах распознавания речи, однако главным ее минусом является то, что она не применима для задач потоковой транскрибации речи в реальном времени. [7] Архитектура данного подхода представлена на рис. 3.

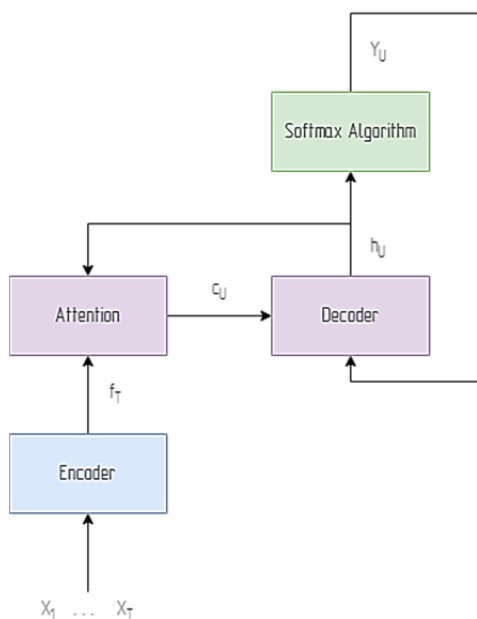


Рис. 3. Архитектура Attention-based модели распознавания речи

На данный момент в разрезе решения задачи транскрибации речи активно развиваются и показывают наилучшие результаты гибридные модели старающиеся утилизировать лучшие стороны обоих путей развития алгоритма CTC и глубокого обучений нейронных сетей. Данные гибридные модели

включают в себя как слой с CTC алгоритмом, так и Attention слой. Модели, основанные на данном гибридном подходе, наиболее вероятно полностью вытеснят своих предшественников в ближайшем будущем.

Литература

- [1] Prabhavalkar R. End-to-End Speech Recognition: a survey. *arXiv*, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2303.03329> (дата обращения 11.10.2024).
- [2] Graves A., Santiago F., Gomez F., Schmidhuber J. Connectionist temporal classification: Labeling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. *ICML 2006 — Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning*, 2006, pp. 369–376. <https://doi.org/10.1145/1143844.1143891>
- [3] Eyben F., Wöllmer M., Schuller B., Graves A. From Speech to Letters — using a novel Neural Network Architecture for Grapheme Based ASR. *Proceedings of the 2009 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding, ASRU*, 2009, pp. 376–380. <https://doi.org/10.1109/ASRU.2009.5373257>
- [4] Graves A., Mohamed A.-R., Hinton G. Speech Recognition with Deep Recurrent Neural Networks. *arXiv*, 2013. URL: <https://arxiv.org/pdf/1303.5778> (дата обращения 11.11.2024).
- [5] Jaitly N. A neural transducer. *arXiv*, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1511.04868> (дата обращения 11.11.2024).
- [6] Kim M. Transduce and Speak: neural transducer for text-to-speech with semantic token prediction. *arXiv*, 2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2311.02898> (дата обращения 11.11.2024).
- [7] Chan W. Listen, attend and spell. *arXiv*, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1508.01211> (дата обращения 11.11.2024).

Development of end - to - end speech transcription technology

Bibikov A.P. bibikovap@student.bmstu.ru

Belov Y.S. ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The history of development of end-to-end algorithms for transcription of speech digital audio data is considered. The historical stages and paths of development of end-to-end algorithms for speech transcription are considered. The CTC algorithm for speech transcription and its competitive advantages are considered. The development of the CTC algorithm using the neural BLSTM model is considered. The development of the CTC algorithm for streaming transcription using the RNN Transducer and Neural Transducer models is considered. An alternative path of development of the CTC algorithm in the form of the Attention LAS model is considered. Conclusions are made on further prospects for the development of end-to-end transcription technology for speech audio data.

Keywords: *neural networks, transcription, connectionist temporal classification, RNN Transducer, Neural Transducer, Attention LAS*

УДК 004.942

Разработка алгоритмов совместной обработки эфемерид ГНСС и данных НАП для оценки погрешности измерения псевдодальности

Тарасов Николай Евгеньевич

tarasovne@student.bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_je@bmstu.ru

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

Проанализированы методы повышения точности измерений псевдодальности в системах ГНСС путем совместной обработки эфемерид и данных навигационной аппаратуры потребителя (НАП). ГНСС широко используются в транспорте, геодезии, мониторинге и безопасности, но на точность позиционирования влияют атмосферные и временные задержки, а также релятивистские эффекты. Цель исследования — разработка алгоритмов, корректирующих псевдодальность и временные измерения на основе данных эфемерид для минимизации внешних погрешностей и повышения точности позиционирования в условиях сложных сигналов.

Ключевые слова: глобальная навигационная спутниковая система, эфемериды, псевдодальность, алгоритмы интерполяции, тропосферные и ионосферные модели, навигационная аппаратура потребителя

НАП получает пакеты данных о положении и скорости навигационных спутников. Эти пакеты представляют собой массивы байт, включающие текущие координаты и орбитальные параметры, однако они не содержат непосредственной информации о псевдодальности и поправок на время. Чтобы рассчитать псевдодальность и устранить временные и атмосферные погрешности, были разработаны и применены следующие алгоритмы.

Алгоритмы временных коррекций (коррекция часов). Точность измерений ГНСС зависит от синхронизации времени между приемником и спутниками, и в каждой ГНСС используются методы временной коррекции, которые описаны в интерфейсных контрольных документах. Основные временные коррекции включают.

Поправка на смещение часов спутника. Время на борту спутника часто содержит ошибки, вызванные дрейфом и смещением часов. Для исправления этой погрешности применяется временная коррекция, содержащая три коэффициента: начальное смещение времени, начальный дрейф и ускорение дрейфа. Эти данные передаются спутником в составе эфемерид и корректируются по формуле:

$$\Delta t_{sat} = a_0 + a_1 * (t - t_0) + a_2 * (t - t_0)^2,$$

где a_0 , a_1 и a_2 — коэффициенты временной коррекции; t_0 — момент времени, к которому они применимы [1].

Поправка на смещение часов приемника. Часы приемника также содержат собственные погрешности и не синхронизированы с часами спутников. Для устранения этой погрешности используются измерения псевдодалности до четырех и более спутников, на основе которых можно рассчитать текущее смещение времени в часах приемника относительно времени ГНСС. Этот подход позволяет синхронизировать часы приемника с системным временем спутников и минимизировать временные ошибки в расчетах.

Релятивистская поправка. Из-за высокой скорости движения спутников и их расположения на орбите по сравнению с наземными приемниками возникает релятивистский эффект, который проявляется в замедлении хода времени на борту спутника. Влияние этого эффекта компенсируется с помощью поправки, которая рассчитывается по формуле:

$$\Delta t_{rel} = -\frac{2\vec{v}\vec{r}}{c^2},$$

где $\vec{v}$ — вектор скорости спутника; $\vec{r}$ — вектор его положения; c^2 — скорость света. Эта поправка критически важна для точных временных измерений и передается спутником вместе с эфемеридами [2].

Современные системы позиционирования все чаще используют высокостабильные атомные часы, что снижает уровень временных погрешностей. Тем не менее, для максимальной точности коррекции применяются гибридные методы, объединяющие временные данные нескольких спутников. Это позволяет более точно синхронизировать время приемника с системным временем и компенсировать даже малейшие дрейфы.

Коррекция псевдодалности с учетом тропосферных и ионосферных задержек. Для корректного расчета псевдодалности требуется учесть задержки сигнала, вызванные прохождением различных слоев атмосферы. Основные атмосферные задержки включают ионосферные и тропосферные погрешности.

Ионосферная коррекция. Ионосфера сильно влияет на скорость распространения радиосигналов, изменяя их фазу и амплитуду. Для одночастотных приемников, которые могут принимать сигнал только на одной частоте, для устранения ионосферного воздействия применяется модель Клобучара. Эта модель позволяет рассчитать задержку, вызванную ионосферой, в зависимости от географического положения и времени суток, используя коэффициенты, передаваемые спутником [3]. В двухчастотных приемниках для компенсации ионосферной погрешности используется метод двойной разности, который учитывает разницу фазовых измерений на двух частотах. Это позволяет исключить ионосферное воздействие с высокой точностью, так как ионосферные погрешности имеют линейную зависимость от частоты.

Тропосферная коррекция. Тропосферные задержки зависят от метеорологических параметров, таких как давление, температура и влажность. Для их учета используется модель Saastamoinen. Она разделяет тропосферную погрешность на сухую и влажную составляющие. Сухая часть, зависящая от давления, составляет примерно 90 % тропосферного влияния и относительно

стабильна. Влажная составляющая, в свою очередь, изменяется в зависимости от условий, таких как влажность и температура, и требует динамической коррекции [4].

Коррекция многолучевого распространения. В условиях, где сигнал ГНСС может отражаться от зданий и других препятствий, возникает многолучевое распространение, которое создает ложные значения псевдодальности. Для минимизации этого эффекта современные приемники используют фильтры многолучевого сигнала, которые анализируют форму сигнала и устраняют искажения, вызванные отражением. Некоторые методы многолучевой фильтрации основаны на анализе частотной и фазовой составляющих сигнала, что позволяет отсеять компоненты, вызванные отражениями [5].

Современные методы корректировки псевдодальности включают алгоритмы для минимизации искажений, возникающих от многолучевого распространения, особенно в условиях плотной застройки или сложного рельефа местности. Эти алгоритмы используют анализ частоты и фазы сигналов для выделения и устранения отраженных компонентов, что существенно повышает точность определения координат. В некоторых системах также применяется динамическая адаптация параметров фильтрации в зависимости от текущих условий приема сигнала, что позволяет дополнительно уменьшить погрешности.

Литература

- [1] Антипов И. Г. *Основы GPS и ГЛОНАСС*. Москва, Радио и связь, 2012.
- [2] Краснов Ю.М. Теория относительности в глобальной навигации. *Журнал радионавигации*, 2007. — уточните, пожалуйста, выходные данные, это книга? Если это статья в журнале, то нужен номер и страницы
- [3] Клобучар Дж.А. Ионосферная коррекция для одночастотных пользователей GPS. *Радионавигация и навигационные системы*, 1987. уточните, пожалуйста, выходные данные, если статья на английском языке, нужно дать данные оригинальной версии
- [4] Калман Р.Е. Новые методы в фильтрации данных. *Журнал цифровой обработки сигналов*, 1960. — это статья Kalman R.E. A new approach to linear filtering and prediction problems. *Journal of Basic Engineering, (American Society of Mechanical Engineers)*, 1960, vol. 82, iss. 1, pp. 35–45?
- [5] Saastamoinen J. Atmospheric correction for the troposphere and stratosphere in radio ranging of satellites. *Geophysical Monograph*, 1973, vol. 15, pp. 247–251. <https://doi.org/10.1029/GM015p0247>

Development of algorithms for joint processing of GNSS ephemerides and UNE data for estimating the error in measuring pseudorange

Tarasov N.E.

tarasovne@student.bmstu.ru

Gagarin Y.E.

gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The study analyzes methods for improving the accuracy of pseudorange measurements in global navigation satellite positioning systems (GNSS) by jointly processing ephemerides and user navigation equipment (UNE) data. GNSS are widely used in transport, geodesy, environmental monitoring, and security, but positioning accuracy can be affected by atmospheric and time delays, as well as relativistic effects. The purpose of the study is to develop algorithms that allow pseudorange and time measurements to be corrected based on ephemeris data. This will minimize external errors and improve real-time positioning accuracy, which is especially important for GNSS operation in complex signal conditions.

Keywords: *global navigation satellite system, ephemeris, pseudorange, interpolation algorithms, tropospheric and ionospheric models, user navigation equipment*

УДК 004.89

Дообучение языковых моделей: эффективный путь к решению узкоспециализированных задач

Мельников Константин Сергеевич

mconstant.essential@yandex.ru

Белов Юрий Сергеевич

ysbelov@bmstu.ru

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

Рассмотрен метод дообучения предобученных языковых моделей для решения специфических задач в области обработки естественного языка. Описаны этапы процесса дообучения, включая адаптацию моделей к узким задачам с помощью специализированных данных и настройку гиперпараметров. Цель работы — показать эффективность дообучения и выделить ключевые аспекты его применения. Результаты могут быть использованы для улучшения точности моделей в таких областях, как медицина, право и финансы, при этом позволяя использовать меньшие объемы данных для достижения высокой эффективности.

Ключевые слова: предобученные языковые модели, дообучение, специализированные данные, гиперпараметры, обработка естественного языка, генерация текста

В последние десятилетия технологии обработки естественного языка (NLP) значительно изменились и стали неотъемлемой частью множества приложений, начиная от систем поиска и чат-ботов до автоматического перевода и анализа текста. Одним из самых важных достижений в этой области является развитие предобученных языковых моделей, таких как BERT, GPT, T5 и других. Эти модели обучаются на огромных массивах данных и приобретают общее понимание структуры языка, что позволяет им решать широкий спектр задач без необходимости обучать модели с нуля. Однако для того, чтобы эти модели могли эффективно решать задачи в узких областях или специфичных контекстах, необходимо использовать метод дообучения (fine-tuning).

Дообучение — это процесс адаптации предобученной модели к специфическим задачам с использованием дополнительных данных. Предобученные модели, такие как BERT или GPT, изначально обучаются на больших объемах текстов, которые охватывают широкий спектр тем и стилей. Однако для выполнения конкретных задач, таких как классификация текстов, извлечение информации или генерация текста в специфической области, модели необходимо дообучить на данных, относящихся к этой задаче.

Процесс дообучения заключается в том, что модель, уже обладающая базовыми знаниями о языке, продолжает обучаться на небольших и специализированных датасетах, которые соответствуют целевой задаче. Это позволяет модели точнее и быстрее адаптироваться к специфическим особенностям задачи, не теряя при этом накопленных знаний, полученных во время предобучения. Важно отметить, что дообучение позволяет использовать мощь предобученной модели для решения специализированных задач, не требуя при

этом огромных вычислительных ресурсов, которые потребовались бы для обучения модели с нуля [1].

Данный метод имеет множество применений, начиная от улучшения работы моделей на задачах классификации текстов до генерации текста в специализированных областях, таких как медицина, право или финансы. Например, модель BERT, которая изначально обучена на большом массиве текстов, может быть дообучена на текстах, относящихся только к юридической области, чтобы улучшить ее способность извлекать релевантную информацию из юридических документов.

Ключевым моментом при использовании метода дообучения является то, что он позволяет достичь высокой точности с относительно небольшими объемами данных. Это делает его эффективным решением для задач, где трудно собрать обширные датасеты, но при этом важно, чтобы модель была специализированной. Например, для распознавания эмоций в текстах или для анализа финансовых отчетов могут использоваться относительно небольшие специализированные наборы данных, что позволяет значительно улучшить производительность модели при решении этих узких задач [2].

Процесс дообучения можно разделить на несколько этапов. На первом этапе используется предобученная модель, которая прошла обучение на большом и разнообразном корпусе текстов. Эти данные могут быть взяты из различных источников, таких как Википедия, новостные статьи, книги и другие публичные данные. Модель, обученная на этих данных, обладает общими знаниями о языке и может решать базовые задачи NLP, такие как анализ синтаксиса и семантики текста, понимание контекста и т. д. [3].

На втором этапе происходит дообучение модели с использованием специализированных данных, относящихся к задаче, которую модель должна решать. Эти данные могут быть гораздо меньшими по объему, чем те, на которых происходило предобучение, но они должны быть тщательно подобраны и представлять собой реальный пример задачи. Например, для задачи классификации медицинских текстов, модель дообучается на наборе медицинских статей, отчетов и других специализированных материалов.

На третьем этапе модель продолжает обучаться на новых данных, с постепенным обновлением весов и параметров. Важно, чтобы гиперпараметры, такие как скорость обучения, были правильно настроены, чтобы избежать переобучения модели, особенно если количество данных ограничено. Для предотвращения переобучения также может применяться регуляризация, которая ограничивает возможность модели подгонять свои параметры под уникальные особенности обучающих данных.

Одним из главных преимуществ метода дообучения является его эффективность. Поскольку модель уже обучена на больших объемах данных, она может адаптироваться к новой задаче с минимальными усилиями [4]. Это позволяет экономить ресурсы и время по сравнению с обучением модели с нуля. Кроме того, предобученные модели уже обладают знаниями о языке и могут использовать эти знания для решения множества задач, что

делает их универсальными и подходящими для применения в различных областях.

Тем не менее, несмотря на свои преимущества, метод дообучения имеет и ряд вызовов. Один из них заключается в том, что для успешного дообучения необходимы высококачественные и репрезентативные данные, которые должны точно отражать особенности задачи. Это может быть проблемой, если задача требует сбора редких или специфичных данных, например, для медицинских или юридических текстов [5].

Другим важным аспектом является настройка гиперпараметров модели. Параметры обучения, такие как скорость обучения или размер батча, должны быть правильно подобраны, чтобы избежать переобучения модели или ее недообучения. Неправильно настроенные гиперпараметры могут существенно снизить производительность модели и привести к плохим результатам.

Кроме того, важно отметить, что даже после дообучения, модель не всегда может идеально решить задачу. Это связано с тем, что предобученные модели могут иметь предвзятость в отношении данных, на которых они были обучены, или с тем, что специфические особенности задачи могут требовать дополнительных улучшений в архитектуре модели [6].

Дообучение предобученных языковых моделей представляет собой важный и эффективный метод адаптации моделей к специфическим задачам. Этот подход позволяет использовать уже приобретенные знания для решения узкоспециализированных задач, существенно экономя ресурсы и время. Однако для того, чтобы метод был эффективным, необходимо внимательно подходить к выбору данных для дообучения и правильно настраивать гиперпараметры модели. Тем не менее, метод *fine-tuning* остается одним из самых популярных и эффективных инструментов в области обработки естественного языка, с широким спектром применения в самых различных областях.

Литература

- [1] McCormick C. *Transformers for Natural Language Processing: Theoretical Insights and Practical Guide*, 2019, pp. 45–67. — уточните выходные данные, если это книга, нужно издательство, если журнал — номер
- [2] Мельников К.С., Белов Ю.С. Анализ основных методов обработки естественного языка для решения задачи классификации статей. *Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: материалы*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, с. 83–85
- [3] Radford A., Narasimhan K., Salimans T. Improving Language Understanding by Generative Pre-Training. *OpenAI*, 2018, pp. 6–9.
- [4] Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. et al. Attention is All You Need. *31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017)*, Long Beach, CA, USA, 2017, pp. 1–10.
- [5] Ruder S. *An Overview of Multi-Task Learning in Deep Neural Networks*. *arXiv:1706.05098*, 2019, pp. 5–18. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.05098>
- [6] Wolf T., Debut L., Sanh V. Transformers: State-of-the-Art Natural Language Processing. *Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations*, 2020, pp. 4–11. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.emnlp-demos.6>

Fine-tuning language models: an efficient approach to solving specialized tasks

Melnikov K.S.

mconstant.essential@yandex.ru

Belov Y.S.

ysbelov@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The paper discusses the fine-tuning method of pre-trained language models for solving specific tasks in the field of natural language processing. The stages of the fine-tuning process are described, including the adaptation of models to narrow tasks using specialized data and the tuning of hyperparameters. The aim of the work is to demonstrate the effectiveness of fine-tuning and highlight the key aspects of its application. The results can be used to improve the accuracy of models in areas such as medicine, law, and finance, while allowing the use of smaller datasets to achieve high efficiency.

Keywords: pre-trained language models, fine-tuning, specialized data, hyperparameters, natural language processing, text generation

УДК 004.057

Проблемы квантового интернета

Красавин Евгений Васильевич

e.krasavin@bmstu.ru

SPIN-код: 7739-4837

Никитенко Ульяна Вячеславовна

nikitenkou@bmstu.ru

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

Рассмотрены вопросы построения квантового интернета в контексте искусственного интеллекта. Сделан анализ существующих на настоящий момент наработок, технических решений и их реализаций выделены ключевые проблемы внедрения квантового интернета: нестабильности квантовых состояний, разработка квантовых повторителей, сложности масштабирования, высокие требования к инфраструктуре, совместимости с имеющимися информационными сетями. Выявлены способы решения одной из комплексных ключевых проблем — масштабирования квантовых сетей проблем и сделан прогноз развития квантового интернета на перспективу.

Ключевые слова: квантовый искусственный интеллект, квантовые сети, квантовый интернет, квантовые состояния, квантовая память

Квантовый искусственный интеллект, основанный на сочетании квантовых сетей, мощности квантовых вычислений и преимуществами искусственного интеллекта может полностью преобразовать многие отрасли деятельности. Причем, следует учесть, что классическим компьютерным решениям не под силу решение задач, с которыми может справиться квантовая система. В эпоху Интернета вещей (IoT), когда к информационной сети, помимо людей, подключены миллионы разнообразных устройств, датчиков, исполнительных механизмов [1], проблемы информационной безопасности выходят на передний план, а квантовые технологии легко справляются с подобными задачами. А применение квантовых технологий на значительном числе критических объектах инфраструктуры обеспечит выполнение самых высоких требований и стандартов безопасности.

Логичным развитием квантовых сетей является создание квантового интернета, представляющего собой технологию объединенных сетей для передачи данных между узлами сети используя принципы квантовой механики, включающих в своем составе явление квантовой суперпозиции, запутанности и ряд других.

При этом эксперты предполагают, что квантовый интернет имеет много преимуществ, по сравнению с существующими сетями передачи данных [2, 3]:

- улучшенная кибербезопасность;
- увеличенные вычислительные возможности;
- способность к передаче данных с высокой скоростью и низкой задержкой;
- повышенная надежность и устойчивость к шумам;

- новые модели коммуникации;
- минимизация оборудования.

Проведенный анализ существующих на настоящий момент наработок, технических решений и их реализаций позволил выявить ряд проблем, мешающих их широкомасштабному использованию: нестабильности квантовых состояний, разработка квантовых повторителей, сложности масштабирования, высокие требования к инфраструктуре, совместимости с имеющимися информационными сетями и ряд других.

Одна из сложных, комплексных задач — это масштабирование квантовых сетей. Вот основные подходы, которые используются для масштабирования квантовых сетей [4, 5]:

- квантовые повторители: эти устройства позволяют передавать квантовую информацию на большие расстояния, восстанавливая и усиливая сигнал, что помогает преодолеть потери и шум в канале связи;

- исправление ошибок: использование квантовых кодов исправления ошибок помогает уменьшить влияние шума и повысить надежность передачи квантовой информации;

- квантовая запутанность: применение квантовой запутанности позволяет передавать информацию мгновенно и безопасно, независимо от расстояния между узлами сети;

- оптоволоконные сети и сети свободного пространства: эти технологии используются для передачи квантовых состояний (например, фотонов) на большие расстояния. Оптоволокно обеспечивает высокую пропускную способность и низкие потери, а сети свободного пространства позволяют передавать информацию через атмосферу.

- гибридные системы: интеграция квантовых и классических сетей позволяет использовать преимущества обоих подходов, что способствует более эффективному масштабированию квантовых систем.

Эти методы активно исследуются и развиваются, чтобы сделать квантовые сети более масштабируемыми и надежными.

Используя методы анализа и обобщения, имеющихся успешных решений квантового интернета, можно сделать прогноз по следующим перспективным направлениям.

В краткосрочном промежутке времени прогнозируется появление квантовых усилителей и повторителей, использующих новые подходы и, как следствие, появление пилотных сегментов квантового интернета, дальнейшая работа по совершенствованию каналов связи с высокой степенью защиты.

В 5–7 летнем интервале достижения предыдущего периода будут конвертированы в инвестиционную поддержку со стороны крупных финансово-кредитных институтов, государственного сектора экономики и госорганизаций, для которых высокозащищенный информационный обмен имеет первостепенное значение.

В десятилетнем периоде произойдет развертывание квантового интернета в ряде крупных мегаполисах. Для целей совместимости квантовой с суще-

ствующей классической инфраструктурой предполагается доминирование гибридных сетей. Возникнет необходимость стандартизации квантовых технологий.

В периоде последующего десятилетия строительство глобальной квантовой сети — квантового интернета, паутины, покрывающей не только страны и материки, но и выход в космос.

Вначале 2024 г. появились данные о первой в истории успешной передаче квантовой информации [6] с использованием промежуточных устройств, именно так, как это происходит в сегментах интернета. Основу этой системы составляет технология квантовых точек с промежуточной квантовой памятью на облаке атомов рубидия [7]. Данный факт полностью вписывается и подтверждает справедливость приведенного прогноза.

Литература

- [1] Красавин Е.В., Трешневская В.О. Проблемы интероперабельности умного города. Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: материалы. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, 286 с.
- [2] Новый метод может создать быструю межстрановую квантовую сеть. URL: <https://habr.com/ru/companies/domrf/articles/831322/> (дата обращения 01.11.2024).
- [3] Квантовый Интернет: что это и как он может изменить мир. URL: <https://vc.ru/future/1113666-kvantovyi-internet-chto-eto-i-kak-on-mozhet-izmenit-mir> (дата обращения 01.11.2024).
- [4] Квантовые сети: перспективы и сложности реализации. URL: <https://habr.com/ru/companies/vasexperts/articles/428740/> (дата обращения 01.11.2024).
- [5] Квантовая сеть. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C (дата обращения 01.11.2024). — **ссылку на Вики нужно убрать или заменить на более авторитетный источник**
- [6] Совершена первая в истории успешная передача квантовой информации URL: https://www.cnews.ru/news/top/2024-04-17_pervaya_ushpeshnaya_peredacha (дата обращения 01.11.2024).
- [7] Thomas S.E., Sagona-Stophel S., Schofield Z., Walmsley I.A., Ledingham P.M. A single-photon-compatible telecom-C-band quantum memory in a hot atomic gas. arXiv:2211.04415, 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.04415>

Problems of the quantum internet

Krasavin E.V.

e.krasavin@bmstu.ru
SPIN-code: 7739-4837

Nikitenko U.V.

nikitenkouv@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The issues of building a quantum internet in the context of artificial intelligence are considered. An analysis of currently existing developments, technical solutions and their implementations is made; key problems of implementing a quantum internet are highlighted: instability of quantum states, development of quantum repeaters, scaling difficulties, high requirements for infrastructure, compatibility with existing information networks. Methods for solving one of the complex key problems — scaling of quantum networks — are identified and a forecast for the development of a quantum internet for the future is made.

Keywords: quantum artificial intelligence, quantum networks, quantum Internet, quantum states, quantum memory

УДК 004.057

О некоторых аспектах построения квантовых сетей

Красавин Евгений Васильевич

e.krasavin@bmstu.ru

SPIN-код: 7739-4837

Никитенко Ульяна Вячеславовна

nikitenkou@bmstu.ru

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

Рассмотрены вопросы построения квантовых сетей. На основе анализа существующих на настоящий момент наработок, технических решений и их реализаций выявлены некоторые проблемы: хрупкость квантовой информации, ограниченное расстояние передачи, сложность масштабирования, низкая скорость передачи данных, высокая стоимость. Для решения главных ключевых проблем хрупкости и масштабирования квантовых сетей предложено использовать топологические кубиты, что позволяет сделать квантовые сети более масштабируемыми и надежными.

Ключевые слова: квантовый искусственный интеллект, квантовые сети, кубиты, квантовые состояния, квантовая память

Появившиеся относительно недавно квантовые сети обладают огромным потенциалом в области информационных технологий и коммуникаций. Как в традиционных интернет-технологиях, так и в бурно развивающемся промышленном Интернете вещей, осуществляющем взаимодействие между многими независимыми элементами системы остро необходимы технологии и протоколы сетевого взаимодействия и коммуникации, обеспечивающие высокобезопасный обмен данными [1]. Использование квантовых в полной мере соответствует этим требованиям.

Квантовые линии связи сталкиваются с рядом проблем [2, 3]:

- хрупкость квантовой информации: квантовая информация передается с помощью одиночных фотонов, которые очень чувствительны к внешним воздействиям и могут легко разрушаться или изменять свое состояние;
- ограниченное расстояние передачи: из-за затухания сигнала в оптоволоконных кабелях, передача квантовой информации ограничена расстоянием в несколько десятков километров;
- сложность масштабирования: создание и поддержание квантовых сетей на больших расстояниях требует сложных технологий, таких как квантовые повторители, которые пока находятся на стадии разработки;
- низкая скорость передачи данных: современные системы квантовой криптографии имеют ограниченную скорость передачи данных, что делает их менее эффективными для массового использования;
- высокая стоимость: технологии квантовой связи требуют значительных финансовых вложений в исследования и разработку, что ограничивает их широкое применение.

Одна из самых главных и ключевых проблем в области квантовых вычислений — масштабирование квантовых сетей. Проведенный анализ показал несколько подходов, которые используются для решения этой проблемы [4]:

- использование топологических кубитов: топологические кубиты менее подвержены ошибкам, что позволяет создавать более стабильные и масштабируемые квантовые системы;

- коды исправления ошибок: разработка и внедрение кодов исправления ошибок помогает уменьшить влияние шума и повысить надежность квантовых вычислений;

- кутриты и кудиты: вместо традиционных кубитов, которые могут находиться в двух состояниях, используются кутриты и кудиты, которые могут находиться в трех и более состояниях. Это позволяет более эффективно кодировать и обрабатывать квантовую информацию [5];

- гибридные системы: интеграция квантовых и классических вычислений позволяет использовать преимущества обоих подходов, что способствует более эффективному масштабированию квантовых систем.

Одними из самых перспективных для создания устойчивых и масштабируемых квантовых компьютеров считаются топологические кубиты — это особый вид кубитов, которые используют топологические свойства материалов для хранения и обработки квантовой информации. Вот несколько ключевых аспектов топологических кубитов:

- устойчивость к ошибкам: топологические кубиты менее подвержены ошибкам благодаря своей природе. Они используют топологические состояния, которые защищены от локальных возмущений, что делает их более стабильными по сравнению с традиционными кубитами;

- майорановские фермионы: одним из наиболее известных примеров топологических кубитов являются кубиты, основанные на майорановских фермионах. Эти частицы обладают уникальными свойствами, которые позволяют создавать устойчивые квантовые состояния;

- топологические изоляторы и сверхпроводники: для создания топологических кубитов используются материалы с особыми топологическими свойствами, такие как топологические изоляторы и сверхпроводники. Эти материалы помогают поддерживать квантовые состояния, необходимые для работы кубитов;

- применение в квантовых вычислениях: благодаря своей устойчивости к ошибкам, топологические кубиты могут значительно улучшить надежность и масштабируемость квантовых вычислений. Это делает их важным элементом в разработке будущих квантовых компьютеров.

Эти методы и технологии активно исследуются и развиваются, чтобы преодолеть текущие ограничения и сделать квантовые сети более масштабируемыми и надежными.

В России также активно развиваются квантовые сети. Вот несколько ключевых проектов и достижений:

– первая линия квантовой связи: в 2021 г. с использованием отечественных технологий была запущена первая линия квантовой связи между Москвой и Санкт-Петербургом протяженностью 700 км, самая крупная в Европе [6];

– открытая квантовая сеть: в 2021 г. была запущена первая в России межвузовская квантовая сеть с открытым доступом. Она соединяет Национальный исследовательский технологический университет МИСиС и Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ). Эта сеть масштабируется по мере появления новых участников и доступна для использования государственными учреждениями, компаниями и студентами [7];

– национальная исследовательская квантовая сеть: в 2022 г. на Петербургском международном экономическом форуме был представлен проект создания Национальной исследовательской квантовой сети. Эта сеть объединит российские университеты и научные центры, ведущие работы в области квантовых технологий [8].

Эти проекты направлены на развитие безопасных и эффективных квантовых коммуникаций в России, что способствует укреплению технологической независимости и повышению уровня безопасности передачи данных. Несмотря на эти проблемы, квантовые линии связи продолжают развиваться и могут стать основой для будущих безопасных коммуникационных систем.

Литература

- [1] Красавин Е.В., Трешневская В.О. Совместимость протоколов умного города. Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе. Всерос. науч.-техн. конф.: материалы. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 2, 286 с.
- [2] Рябцев И.И., Юркевичус С.П., Гриценко А.Е. Проблемы и перспективы создания квантовых систем связи. Инноватика и экспертиза, 2020, вып. 1 (29), с. 27–33.
- [3] Квантовые сети: перспективы и сложности реализации. URL: <https://habr.com/ru/companies/vasexperts/articles/428740/> (дата обращения 01.11.2024).
- [4] Quantum Computing: The Future of AI. URL: <https://ai-pedia.org/ru/quantum-ai-5-challenges-to-overcome-in-2024/> (дата обращения 01.11.2024).
- [5] Физики подтвердили, что могут решить главную проблему квантовых вычислений. URL: <https://hightech.fm/2022/04/06/decomposing-generalized> (дата обращения 01.11.2024).
- [6] В России заработала первая линия квантовой связи. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2021-06-09_rossiya_perehodit_na_kvantovye (дата обращения 01.11.2024).
- [7] В России запустили квантовую сеть, открытую для присоединения. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2021-10-14_v_moskve_ofitsialno_zapustili (дата обращения 01.11.2024).
- [8] В России обсуждается создание национальной исследовательской квантовой сети. URL: <https://quantum.msu.ru/ru/press/news/2022-06/national-quantum-network> (дата обращения 01.11.2024).

On some aspects of building quantum networks

Krasavin E.V.

e.krasavin@bmstu.ru

SPIN-code: 7739-4837

Nikitenko U.V.

nikitenkouv@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The issues of building quantum networks are considered. Based on the analysis of currently existing developments, technical solutions and their implementations, some problems are identified: fragility of quantum information, limited transmission distance, complexity of scaling, low data transfer rate, high cost. To solve the main key problems of fragility and scaling of quantum networks, it is proposed to use topological qubits, which makes quantum networks more scalable and reliable.

Keywords: *quantum artificial intelligence, quantum networks, quantum Internet, quantum states, quantum memory*

УДК 004.81

Машинное обучение генеративных моделей искусственного интеллекта

Лунев Михаил Алексеевич

lunev_ma@bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

gagarin_je@bmstu.ru

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

Проведен анализ генеративных моделей, современного состояния и ключевых тенденций развития в области машинного обучения. Целью анализа является раскрытие ключевых принципов процесса тренировки генеративных моделей на больших наборах данных. По результатам делаются выводы о возможных будущих перспективах искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ключевые слова: *нейросеть, искусственный интеллект, машинное обучение, векторная арифметика, генеративные модели*

Машинное обучение [1] — это класс методов искусственного интеллекта, не подразумевающий прямое решение задачи и стимулирующий обучение за счет применения решений множества сходных задач.

Изначально процесс обучения моделей был крайне трудоемким и требовал значительных человеческих ресурсов. Специалисты вручную размечали данные, выделяя ключевые признаки и устанавливая связи между ними. Этот подход был не только дорогостоящим и трудно организуемым, но и крайне ограниченным в масштабируемости. Обучение моделей на больших объемах данных было практически невозможно.

Современные модели машинного обучения используют гигантские корпуса данных, состоящие из миллиардов слов, фраз и отношений между ними. Это стало возможно благодаря способности современных алгоритмов обучаться без явной разметки данных человеком.

Вместо прямого обучения с использованием предварительно размеченных данных, новые модели используют подход, основанный на самообучении. Например, генеративная модель может обучаться, предсказывая следующее слово в тексте на основе предыдущих. По мере обработки большого количества текстовых данных модель автоматически выявляет закономерности и статистические связи между словами, что позволяет ей генерировать реалистичные и осмысленные тексты. Этот подход открывает новые возможности для развития машинного обучения и позволяет создавать модели, способные решать широкий спектр задач без необходимости в ручной разметке данных. Условно, генеративная модель [2] с входными данными «Я люблю кофе с пенкой и» должна предсказать слово «сахаром». Только инициализированная модель ответит случайным словом, но как только она распознает данные ей примеры, веса начнут постепенно выравниваться и модель станет давать на выход все более подходящие предсказания.

Процесс машинного обучения проводится в два этапа — прямое распространение и обратное распространение ошибки [3]. Прямой проход подразумевает вычисление и сохранение состояний всех промежуточных переменных нейросети, а обратный корректирует ошибки в весах, позволяя модели постепенно уточнять свои предсказания и повышать точность. Для того, чтобы успешно обучить модель, требуются серьезные вычислительные мощности, поскольку вычисление и коррекция ошибок [4] — очень дорогие операции, в особенности при большой коллекции данных для обучения. Оптимизация лишь одного слова в процессе обучения стоит сотни миллиардов математических операций, а основная операция — перемножение матриц с оптимизированной вычислительной сложностью $O(n^{2.371})$.

Как пример, компания OpenAI оценила вычислительную стоимость обучения модели GPT-3 примерно в 300 млрд триллион операций над числами с плавающей точкой — для обучения им потребовалось несколько месяцев времени и десятки наилучших чипов на рынке.

С ростом модели прямо пропорционально растет необходимое количество данных для обучения [5].

Большое значение для развития машинного обучения имеет также рост вычислительных мощностей. Современные графические процессоры (GPU) и специализированные чипы (TPU, NPU) позволяют многократно ускорять обучение и работу нейронных сетей по сравнению с традиционными центральными процессорами (CPU). Это открывает путь к созданию все более сложных и производительных моделей.

Наконец, большую роль играет и постоянное совершенствование архитектур самих нейронных сетей [6]. Новые методы, такие как *attention mechanisms*, трансформеры и другие, позволяют добиваться результатов в задачах обработки естественного языка, распознавания образов, прогнозирования временных рядов и т. д.

Несмотря на мощность современных алгоритмов, методы глубокого обучения следуют логике, ориентированной на прогнозирование — они заново формируют обновленные правила при наблюдении новых явлений. Чувствительность этих правил к неопределенности естественного мира делает их менее подходящими для реализации будущих моделей интеллекта общего уровня AGI.

Современное машинное обучение, несмотря на свою ограниченность прогнозирующими моделями, демонстрирует впечатляющие успехи и открывает захватывающие перспективы. В ближайшие годы можно ожидать не только дальнейшего совершенствования существующих алгоритмов, но и появления принципиально новых подходов, направленных на преодоление ограничений искусственного интеллекта.

Литература

- [1] Антохина Ю.А., Кричевский М.Л., Мартынова Ю.А., Оводенко А.А. *Искусственный интеллект. Инноватика*. Санкт-Петербург, ГУАП, 2023, 320 с.

- [2] Басаргин А.А. *Методы искусственного интеллекта*. Новосибирск, СГУГиТ, 2022, 164 с.
- [3] Колмогорова С.С. *Обработка данных алгоритмами искусственного интеллекта в системе интернета вещей*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 104 с.
- [4] Кревецкий А.В., Ипатов Ю.А., Роженцова Н.И. *Основы технологий искусственного интеллекта*. Йошкар-Ола, ПГТУ, 2023, 272 с.
- [5] Остроух А.В., Суркова Н.Е. *Системы искусственного интеллекта*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 228 с.
- [6] Пальмов С.В. *Системы и методы искусственного интеллекта*. Самара, ПГУТИ, 2020, 191 с.

Training generative AI models

Lunev M.A. lunev_ma@bmstu.ru

Gagarin Y.E. gagarin_ye@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The described study analyzes generative models, the current state of the art and key development trends in the field of machine learning. The aim of the analysis is to reveal the key principles of the process of training generative models on large datasets. Based on the results, conclusions are drawn about possible prospects for the future of artificial intelligence and machine learning.

Keywords: *neural network, artificial intelligence, machine learning, vector arithmetic, generative models*

***Секция 15. Инновационная
деятельность и научно-
методические вопросы
внедрения результатов НИР
в учебный процесс***

УДК 744

Особенности изображения резьбовых соединений в системе КОМПАС-3D

Чернова Татьяна Георгиевна

chernova-tg@bmstu.ru

Чернов Стас Вячеславович

chernovsv@student.bmstu.ru

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

При изображении резьбового соединения в системе КОМПАС-3D стандартные детали можно изобразить вручную, позаимствовав их размеры из соответствующих стандартов, а можно воспользоваться библиотекой КОМПАС-3D. Более наглядное изображение получается вручную. Чтобы его получить, необходимо ясно представлять конечные цели работы и общие принципы работы над чертежом. Главная задача при освоении курса «Инженерная графика» — приобретение навыка выполнения чертежей. Это возможно только выполняя чертежи с помощью традиционных чертежных инструментов.

Ключевые слова: резьбовое соединение, наглядное изображение, навык выполнения чертежей, чтение чертежей

Дисциплина «Инженерная графика» является одной из базовых технических дисциплин. Основная цель «Инженерной графики» — приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения и чтения чертежей.

Тема «Резьбовые соединения» — одна из главных при освоении курса «Инженерная графика». Это обусловлено тем, что резьбовые соединения являются одними из наиболее распространенных видов соединений составных частей механизмов и машин.

С изображениями резьбовых соединений приходится встречаться в основном на сборочных чертежах. При этом различают типы изображений (конструктивное, упрощенное, условное), отличающиеся подробностью формы деталей и их соединений. Наиболее подробное изображение — конструктивное, когда форма соединений передается без существенных отклонений от натуральных, а размеры берутся из соответствующих стандартов.

Любое резьбовое соединение состоит из двух деталей: стержня с резьбой и детали с резьбовым отверстием (рис. 1).

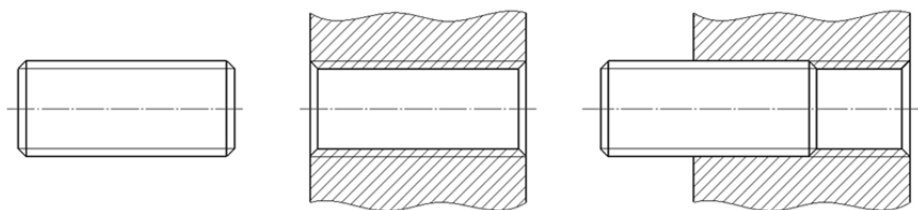


Рис. 1. Резьбовое соединение

Резьбу на стержне, в отверстии и резьбовое соединение в разрезе изображают в соответствии с нормативной документацией [1, 2].

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы не должно быть менее 0,8 мм и не больше шага резьбы [1].

Рассмотрим пример изображения резьбового соединения в сборочном чертеже в системе КОМПАС-3D.

В качестве компонентов сборки используем оригинальные детали — опора и лист (рис. 2) и стандартные детали — болт, шайба, гайка. Стандартные детали можно изобразить вручную, позаимствовав их размеры из соответствующих стандартов (рис. 3), а можно воспользоваться библиотекой КОМПАС-3D (рис. 4) [3]. Их вид для болта и гайки будет несколько отличаться (рис. 3, 4).

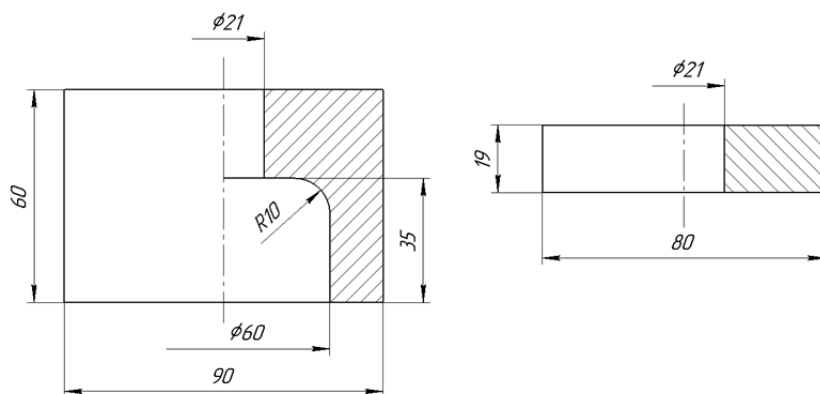


Рис. 2. Оригинальные детали

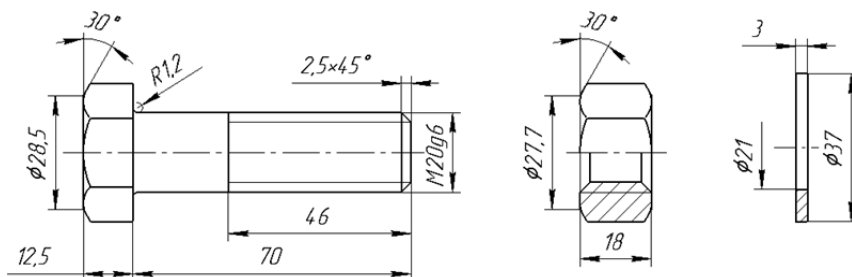


Рис. 3. Стандартные детали из соответствующих стандартов

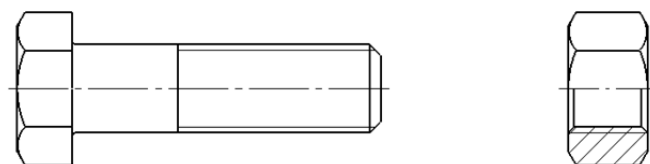


Рис. 4. Стандартные детали из библиотеки КОМПАС-3D

Для создания изображения резьбового соединения в системе КОМПАС вручную необходимо:

- открыть новый документ;
- открыть файлы чертежей деталей, которые будут входить в сборочную единицу (опора, лист, болт, шайба, гайка);
- копировать необходимые элементы чертежей деталей в буфер обмена;
- вставить изображения из буфера обмена в новый документ.

Привязки позволяют поместить вставляемое изображение в нужное место чертежа.

Таким образом, в одном чертеже будут собраны и позиционированы изображения всех деталей, составляющих сборочную единицу (рис. 5).

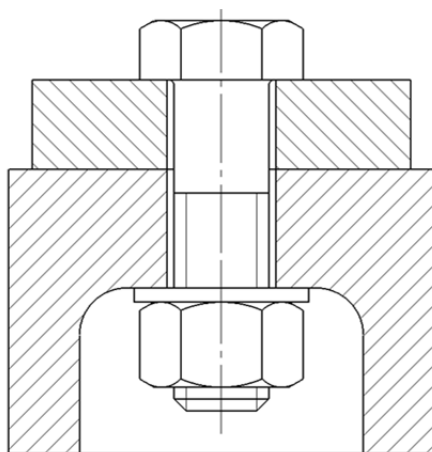


Рис. 5. Сборочная единица, созданная вручную

Для создания изображения резьбового соединения в системе КОМПАС-3D с помощью библиотеки необходимо:

- открыть новый документ;
- открыть файлы чертежей деталей, которые будут входить в сборочную единицу (опора, лист);
- открыть в библиотеке КОМПАС-3D готовый крепежный элемент, состав которого можно подбирать самостоятельно при помощи диалогового окна;
- копировать необходимые элементы чертежей деталей в буфер обмена;
- вставить изображения из буфера обмена в новый документ [3].

Привязки позволяют поместить вставляемое изображение в нужное место чертежа (рис. 6).

Сравнив рис. 5, выполненный вручную, и рис. 6, выполненный в автоматизированном режиме с использованием библиотеки КОМПАС-3D, можно заметить некоторые отличия:

- зазор между болтом и отверстием опоры;
- зазор между болтом и отверстием листа;
- расстояние между наружным и внутренним диаметрами резьбы.

Главные требования к чертежам — наглядность и удобство чтения чертежа [4].

Наглядность — свойство изображения, которое позволяет легко и быстро воспринимать и понимать чертежи.

Удобство чтения — не только хорошая видимость всех элементов чертежа, но и их удобная компоновка, позволяющая хорошо видеть связи между ними.

Как видно, более наглядное изображение представлено на рис. 5, выполненном вручную.

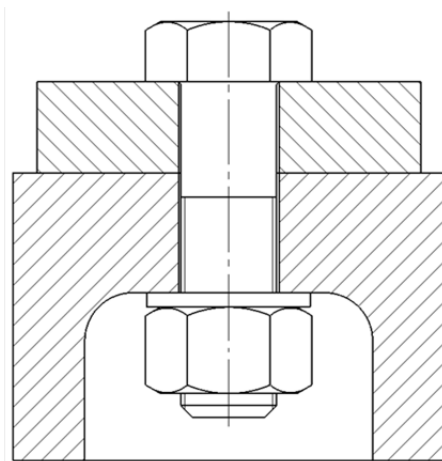


Рис. 6. Сборочная единица, созданная с помощью библиотеки

Таким образом, для того чтобы получить наглядное изображение резьбового соединения необходимо ясно представлять конечные цели работы и общие принципы работы над чертежом. При этом никакая компьютерная техника и никакая компьютерная программа не решит задачи наглядности и удобства чтения чертежа в автоматическом режиме.

Поэтому главные задачи для студентов при освоении курса «Инженерная графика» — приобретение навыка выполнения чертежей и умение рационально использовать возможности электронной техники в своей работе. Приобретение навыка выполнения чертежей, в свою очередь, возможно только выполняя чертежи с помощью традиционных чертежных инструментов.

Литература

- [1] ГОСТ 2.311–68. *Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображение резьбы*. Москва, Изд-во стандартов, 1971, 8 с.
- [2] ГОСТ 2.303–68. *Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Линии*. Москва, Изд-во стандартов, 1971, 9 с.
- [3] КОМПАС-3D v21 *Использование библиотеки элементов*. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS/21/ru-RU/cm_view_library_bar.html (дата обращения 15.11.2024).
- [4] ГОСТ 2.305–2008. *Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения — виды, разрезы, сечения (с поправкой)*. Москва, Изд-во стандартов, 2009, 39 с.

Features of the image of threaded connections in the system KOMPAS - 3D

Chernova T.G. chernova-tg@bmstu.ru

Chernov S.V. chernovsv@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

Features of the image of threaded connections in the КОМПАС system when depicting a threaded connection in the КОМПАС system, standard parts can be depicted “manually” by borrowing their dimensions from the relevant standards, or you can use the КОМПАС library. A more visual image is obtained “manually”. To get it, it is necessary to clearly understand the final goals of the work and the general principles of working on the drawing. The main task in mastering the course “Engineering graphics” is to acquire the skill of making drawings. This is only possible by performing drawings using traditional drawing tools.

Keywords: *threaded connection, visual image, drawing skill, reading drawings*

УДК 744.44

Применение новых стандартов Единой системы конструкторской документации в учебном процессе

Сулина Ольга Владимировна

sulinaolga@bmstu.ru

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

Проведен анализ изменений в стандартах ЕСКД, применяемых в рамках обучения дисциплине «Инженерная графика». Применение обновленных стандартов позволит обучающимся успешно оформлять проектно-конструкторские работы в учебной и производственной деятельности, проходить нормоконтроль. Освещены аспекты дальнейшей работы на кафедрах инженерно-графических дисциплин, сделан вывод о важности изучения нормативно-правовых аспектов электронного документооборота и соблюдения авторства и интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: стандарт, нормоконтроль, инженерная графика, конструкторская документация

Все конструкторские документы любого назначения и содержания должны быть выполнены согласно стандартам ГОСТ ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

ЕСКД — комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации ЕСКД позволяет осуществлять взаимообмен КД (конструкторской документацией), сокращать сроки и снижать трудоемкость подготовки производства, расширять унификацию и стандартизацию при проектировании изделий [1].

В курсе дисциплины «Инженерная графика» студенты знакомятся с содержанием основных стандартов оформления и разработки различных типов КД. В дальнейшем при выполнении курсовых проектов и ВКР (выпускной квалификационной работы) обучающиеся применяют свои знания, проходят нормоконтроль КД. Знание и умение применять нормы ЕСКД является важнейшей составляющей успешной работы на производстве.

Для актуализации информационной составляющей учебно-методического обеспечения учебного процесса по дисциплине «Инженерная графика» преподавателям необходимо ежегодно знакомится с изменениями в стандартах ГОСТ ЕСКД.

В ГОСТ Р 2.104–2023 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи» [2] вводится понятие электронный конструкторский документ и электронный документ не странично-ориентированный. Под не странично-ориентированными документами подразумеваются документированные электронные модели деталей или сборочных единиц. При создании таких типов документов основная надпись составляется в виде таблицы и расположена в плоскости обозначений и указаний. Так-

же основная надпись в этом случае может быть создана в виде отдельного файла.

В ГОСТ Р 2.109–2023 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам» [3] внесены изменения в отображение наличия центровых отверстий. Теперь согласно стандарту если центровые отверстия в готовом изделии недопустимы, необходимо указывать специальным знаком, если отверстия должны присутствовать, то допускается изображать их условно на полке линии-выноски. В этой редакции стандарта нет допущения про отсутствия на чертеже указаний по центровым отверстиям в принципе, что было установлено ранее. Также допускается применение на основе нормативных документов предприятия собственных шрифтов, типов линий и др. с учетом применяемой системы САПР.

Согласно ГОСТ Р 2.106–2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы» [4] добавлен новый раздел «Программные изделия и базы данных».

Согласно ГОСТ 2.201–2023 «Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов» [5] допускается обозначение изделий обезличенным методом, основанном на уникальном коде предприятия и объектно-ориентированном методом, основанном на обозначении конечного изделия.

В настоящее время большинство машиностроительных предприятий выполняет оцифровку ранее разработанных чертежей. Создаются по чертежам трехмерные модели деталей и сборочных единиц и ассоциативные чертежи, создается архив электронных конструкторских документов для дальнейшего использования на производстве. ГОСТ Р 58676–2019 «Электронная конструкторская документация. Виды преобразований» [6] регламентирует порядок преобразования конструкторских документов.

В настоящее время множество стандартов пересматривается и редактируется в контексте электронного документооборота. Задача кафедр «Инженерной графики» своевременно отслеживать изменения и корректировать учебно-методическое обеспечение дисциплины. В рамках изучения САПР систем необходимо ставить задачи перед обучающимися настройки системы согласно действующим стандартам. Студенты в рамках изучения инженерно-графических дисциплин должны научиться выбирать необходимую информацию из стандарта, находить действующий стандарт в соответствии с поставленной задачей оформления конструкторского элемента или части чертежа.

Электронный документооборот в дальнейшем безусловно будет внедрен во все области подготовки производства и, соответственно, важнейшей составляющей для изучения и обучающихся и преподавателей кафедр инженерно-графических дисциплин является изучение нормативно-правовых норм и защиты правил интеллектуальной собственности в рамках оформления научно-технической и изобретательской деятельности в электронном виде.

Литература

- [1] ГОСТ 2.001–2013. *Единая система конструкторской документации. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2018, 9 с.
- [2] ГОСТ Р 2.104–2023. *Единая система конструкторской документации. Основные надписи*. Москва, Стандартинформ, 2023, 26 с.
- [3] ГОСТ Р 2.109–2023. *Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам*. Москва, Институт стандартизации, 2023, 37 с.
- [4] ГОСТ Р 2.106–2019. *Единая система конструкторской документации. Текстовые документы*. Москва, Стандартинформ, 2023, 39 с.
- [5] ГОСТ Р 2.201–2023. *Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов*. Москва, Институт стандартизации, 2023, 16 с.
- [6] ГОСТ Р 58676–2019. *Электронная конструкторская документация. Виды преобразований*. Москва, Стандартинформ, 2023, 15 с.

Application of new standards of the unified system of design documentation in the educational process

Sulina O.V.

sulinaolga@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The paper analyzes changes in the standards of the Unified System of Design Documentation used in the course of training in Engineering Graphics. The use of updated standards will allow students to successfully formalize design and engineering work in educational and industrial activities, and pass standard control. Aspects of further work at the departments of engineering and graphic disciplines are highlighted, and a conclusion is made about the importance of studying the regulatory and legal aspects of electronic document management and compliance with authorship and intellectual property.

Keywords: standard, norm control, engineering graphics, design documentation

УДК 744 У912

Этапы выполнения чертежа

Сахаров Владимир Валентинович vlad.saharov2011@yandex.ru

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

Умение создать чертеж — одна из основных задач инженерной графики. Эта задача включает знания геометрических построений, основ начертательной геометрии и навыки черчения студента. Простейшие геометрические построения лежат в основе выполнения любых изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже. Методика выполнения графических изображений — важная часть курса инженерной графики. Общий алгоритм и последовательность выполнения графической работы (чертежа) — это составляющая успеха студента при изучении курса инженерной графики. Также перед выполнением чертежа студент должен освоить элементарные приемы использования чертежных инструментов (проведение параллельных линий, перпендикулярных линий и построение сопряжений).

Ключевые слова: *чертеж, изображения, геометрические построения, разметка чертежа*

Чертеж, независимо от способа выполнения (ручной или автоматизированный), является носителем основной технической информации об изделии, без которой не обходится ни одно производство. Овладеть чертежом как средством выражения технической мысли можно лишь в результате изучения общетехнических и специальных дисциплин.

Современный чертеж можно выполнить как в «ручном» варианте (с помощью чертежных инструментов на формате чертежной бумаги), так и с помощью компьютерной графики. Методы черчения в графических редакторах также могут различаться: компьютер можно использовать как электронный кульман (так называемая технология 2D), а можно, создавая 3D- модели, получать по ним чертеж.

Умение выполнять чертеж и читать его — это задача курса инженерной графики. Инженерная графика является одной из ведущей общетехнической дисциплиной.

К сожалению, в современной средней школе отсутствует инженерная графика как предмет, или в недостаточной мере присутствует в разделе технологии. По этой причине студенты первого курса инженерных вузов сталкиваются со сложностями при изучении данного курса. Как правило, выделенных аудиторных часов недостаточно для качественного обучения. И основной упор делается на самостоятельные часы.

Кроме курса инженерной графики студенты первого курса изучают начертательную геометрию, которая является теоретической базой создания чертежа. Прежде чем приступить к выполнению учебных чертежей по проекционному черчению, студентов необходимо познакомить с первоисточника-

ми (ГОСТ), которые лежат в основе правил выполнения чертежа. Это типы линий, шрифты чертежные, форматы, масштабы, простановка размеров. А также изображения — виды, разрезы, сечения.

В начальном курсе инженерной графики выполняются чертежи в трех видах (в трех проекциях): спереди, сверху и слева. Хотя основных видов шесть (рис. 1).

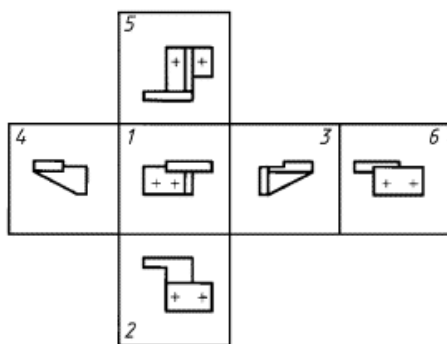


Рис. 1. Основные виды:

1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева;
4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади

В основе построения видов, рассматриваемых в техническом черчении, лежит метод проекций. Изучение его начинают с построения проекции точки, так как при построении изображения любой пространственной формы объекта рассматривается ряд точек, принадлежащей этой форме. Проекцией фигуры называется совокупность проекций всех ее точек [1].

Другая сложность, которая преследует студентов на начальном этапе, это отсутствие навыков черчения и умения выполнять геометрические построения с помощью чертежных инструментов [2]. По этой причине первые домашние задания направлены именно на изучение методик и правил простейших геометрических построений и умения применять их на практике (при выполнении конкретного домашнего задания — чертежа).

На практике довольно часто приходится выполнять некоторые геометрические построения. Это необходимо не только при составлении чертежа, но и при выполнении разметки перед изготовлением детали, а также при подготовке инструмента для ее контроля в процессах обработки и эксплуатации [3].

Как было сказано выше, школьная программа за редким исключением не предусматривает черчение как предмет. В связи с этим, рассмотрим методику и последовательность (этапы) выполнения начальной графической работы (чертежа).

На рис. 2 дан пример типичного задания по теме геометрические построения. Не будем углубляться в техническую сторону вопроса, и разбирать правила построений сопряжений и т. п. Для этого есть методические указания

и учебники. Статья направлена на общий подход (алгоритм) выполнения чертежа.

Необходимо построить изображение на формате, применив изученные ранее правила различных геометрических построений.

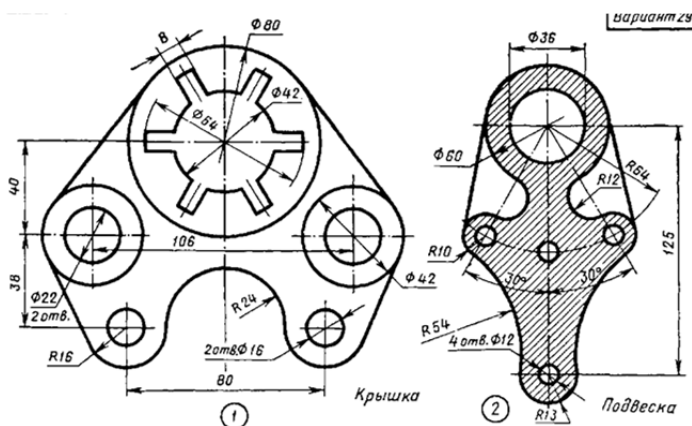


Рис. 2. Построения геометрические

Последовательность выполнения чертежа.

1. Габариты изображения (необходимо просчитать максимальные размеры по высоте и ширине) (рис. 1, слева):

– ширина изображения складывается из межцентрового расстояния 106 мм и двух радиусов по 21 мм. Итого 148 мм;

– высота изображения складывается из двух межцентровых расстояний 38 и 40 мм, а также двух радиусов 40 и 16 мм. Итого 134 мм.

Аналогично можно просчитать габаритные размеры любого задания.

2. Выбор формата (если в задании не указан) в соответствии с размерами «габаритной клетки». Кроме этого, выбирают ориентацию формата (вертикальная или горизонтальная). Как правило, чертеж выполняется в масштабе 1:1.

3. Практическая часть работы начинается с компоновки чертежа.

Выполнить компоновку изображения. Изображение должно быть в центре формата. Визуально изображение должно занимать примерно от 50 до 60 % площади формата. В других чертежах это достигается выбором масштаба и формата. С размерами, площадь изображений визуально должна быть приблизительно 60–80 % площади формата.

4. Разметка чертежа. В соответствии с заданием проводим осевые и центровые линии. На задании даны расстояния между параллельными осевыми линиями, углы между ними (если они не параллельны) и межцентровые (между центрами окружностей и дуг) расстояния. Согласно этим размерам, вычерчивают их на формате. Длины линий делают с запасом, так как их

можно укоротить после выполнения контура детали позже (осевые линии должны выступать за контур детали не более 5 мм).

5. В тонких линиях вычерчивают геометрические элементы (окружности, дуги, центра которых известны, отрезки).

6. Далее выполняют геометрические построения (строят дуги сопряжений, касательные отрезки к окружностям) по правилам, которые изучают в курсе инженерной графики. Это наиболее ответственный этап выполнения чертежа.

7. Простановка размеров детали. На этом этапе есть возможность скорректировать неудачную компоновку, так как один и тот же размер можно поставить с разных сторон, тем самым можно выбрать нужный вариант и уравновесить визуальную композицию изображения, если она была неудачной.

8. Обводка чертежа линиями согласно ГОСТ.

При выполнении чертежа в режиме 2D на компьютере геометрические построения упрощаются, так как графический редактор сам строит сопряжения, рассчитывая точки сопряжений, а также касательные кривые и прямые линии.

Современная инженерная деятельность значительно облегчена внедрением САПР. Вместе с тем квалифицированное применение САПР по-прежнему требует от специалиста базовых теоретических знаний и практических навыков по построению и чтению чертежей [4].

Заключение. Таким образом, были рассмотрена методика построения изображений, правильная последовательность выполнения чертежа детали на базе полученных знаний и умений выполнять геометрические построения.

Литература

- [1] Чекмарев А.А. *Начертательная геометрия и черчение*. Москва, Гуманит изд. Центр ВЛАДОС, 1999, 471 с.
- [2] Пуйческу Ф.И. *Инженерная графика*. Москва, Академия, 2011, 336 с.
- [3] Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. *Черчение (металлообработка)*. Москва, Академия, 2011, 400 с.
- [4] Веселов В.И., Георгиевский О.В., Ничуговский Г.И. *Начертательная геометрия и инженерная графика (для технических направлений подготовки)*. Москва, КНОРУС, 2021, 280 с.

Stages of drawing execution

Sakharov V.V.

vlad.saharov2011@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The ability to create a drawing is one of the main tasks of engineering graphics. This task includes knowledge of geometric constructions, the basics of descriptive geometry and the student's drawing skills. The simplest geometric constructions underlie the execution of any images (views, sections, sections) in the drawing. The technique of performing graphic images is an important part of the engineering graphics course. The general algorithm and sequence of graphic work (drawing) — this is a component of a student's success in studying an engineering graphics course. Also, before completing the drawing, the student must master the elementary techniques of using drawing tools (drawing parallel lines, perpendicular lines and building interfaces).

Keywords: drawing, images, geometric constructions, drawing markings

УДК 004.94

Разработка параметрической модели переходной плиты в САПР КОМПАС - 3D

Парамонов Сергей Сергеевич

paramonovss@bmstu.ru

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

Проведен анализ возможностей системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D в части разработки параметрических моделей с целью ускорения процесса проектирования однотипных деталей. Выполнена параметрическая модель семейства переходных плит. Разработаны базовые эскизы и модель детали, обозначены ограничения и рассчитаны размерные зависимости, показаны ограничения при работе с конкретной моделью. Приведены примеры возможных вариантов моделей, разрабатываемых с помощью параметризации.

Ключевые слова: параметрическая модель, 3D-моделирование, инженерная графика, КОМПАС-3D

Современное производство характеризуется постоянно растущей номенклатурой продукции, в связи с этим система разработки конструкторской документации должна оперативно и с минимальным количеством ошибок реализовывать новые проекты. Для решения вышеуказанных задач широкое распространение получили различные системы автоматизированного проектирования (САПР), такие как КОМПАС-3D [1, 2].

В ряде случаев имеет место разработка и производство однотипных деталей, которые имеют отличия по конкретному ряду параметров. Для сокращения времени разработки подобной конструкторской документации современные (САПР) имеют возможность параметрического проектирования, которое позволяет автоматически разрабатывать модели, меняя в них заранее определен. В рассматриваемом примере необходимо разработать параметрическую модель для семейства переходных плит. В зависимости от количества отверстий будет определяться длина и толщина плиты. Для решения данной задачи необходимо осуществить разработку исходной модели, задать параметр и с помощью него определить формулы для определения изменяющихся размерных значений.

За базовую модель принимается плита шириной 50 мм, длиной 40 мм и толщиной 4 мм с четырьмя отверстиями диаметром 10 мм, расположенными в центре плиты с межосевым расстоянием по длине равным 20 мм, по ширине равным 30 мм (рис. 1). Четыре отверстия являются массивом по сетке из двух отверстий, направленным параллельно длины плиты с количеством экземпляров равным 2, такое решение обусловлено тем, что именно через количество экземпляров массива будет осуществляться управление параметрами детали.

В качестве параметра выбрано количество отверстий равное N . Следует отметить, что для корректной работы принятой модели необходимо указы-

вать четное количество отверстий, поскольку в исходном эскизе для массива указано два отверстия и возможно только кратное изменение их количества.

Для рассматриваемой модели необходимо сформировать зависимости характеристик модели от выбранного параметра.

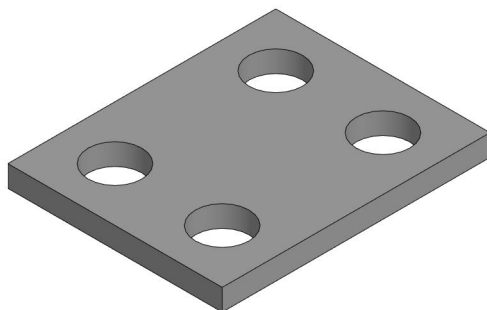


Рис. 1. Базовая модель переходной плиты

Ранее указано, что количество отверстий определяется количеством экземпляров массива, состоящим из двух отверстий, следовательно увеличение количества экземпляров массива на единицу дает два дополнительных отверстия в плите. Таким образом, количество экземпляров по направлению для массива отверстий будет определяться как $N/2$.

С увеличением количества отверстий в изделии необходимо увеличивать ее длину. Поскольку межосевое расстояние по длине детали принято 20 мм, прирост длины детали будет составлять 20 мм на каждую новую пару отверстий, соответственно зависимость, определяющая длину детали будет иметь вид: $20 \cdot N/2$. Значение толщины переходной плиты в мм принимается равным количеству, то есть его значение принимается равным N .

Полученная модель позволяет автоматически разрабатывать модели переходных плит с любым количеством отверстий, кратным двум.

В качестве примера предлагается рассмотреть плиты с количеством отверстий N равным 10 (рис. 2).

Значение количества экземпляров массива в соответствии с заданной зависимостью будет равняться 5, что в результате выполнения команды даст требуемые 10 отверстий. Значение межосевых расстояний остается неизменным, указанным в параметрах команды. Длина детали также изменится в соответствии с заранее установленной зависимостью и будет равна 100 мм, что вкпе с предыдущим действием позволит обеспечить равномерное распределение отверстий на переходной плите.

Толщина изделия будет соответствовать количеству отверстий, обеспечив повышенную жесткость конструкции.

В результате разработки была получена параметрическая модель переходной плиты, которая позволяет оперативно разрабатывать модели однотипных изделий в зависимости от конструктивных требований.

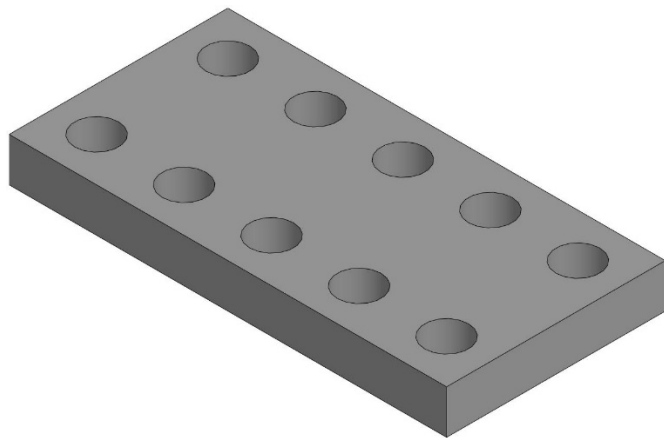


Рис. 2. Пример модели переходной плиты с десятью отверстиями

Следует отметить, что разработанная модель допускает оперативную корректировку внутренних зависимостей, что позволит также оперативно изменить базовую деталь, например, изменить количество отверстий в одном ряду, изменить зависимость длины или толщины детали и т. д. [4].

Рассмотренная методика позволяет экономить время при проектировании и разработки изделий, а также снизить вероятность возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором при монотонной работе.

Литература

- [1] Новожилова С.А., Егорычева Е.В. Информационное обеспечение в современных технологиях обучения графическим дисциплинам. *Геометрия и графика*, 2013, № 3, т. 1, ч. 1, с. 33–35.
- [2] Волкова М.Ю., Егорычева Е.В. Графическая грамотность инженера как способ получения фундаментальных профессиональных знаний. *Геометрия и графика*, 2013, № 1, т. 2, с. 53–58.
- [3] Егорычева Е.В., Волкова М.Ю. Применение параметризации при проектировании изделий машиностроительного производства в САПР. *Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения)*. XX Всерос. науч.-техн. конф.: материалы. Иваново, ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2019, т. 3, с. 244–246.
- [4] Егорычева Е.В., Волкова М.Ю. Использование 3D-графики в курсе «Инженерная и компьютерная графика». XX Всерос. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения)»: материалы. Иваново, ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2017, т. 3, с. 34–37. — уточните год издания сборника

Design of a parametric model of the transition plate in CAD КОМПАС - 3D

Paramonov S.S.

paramonovss@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The work analyzed the capabilities of the КОМПАС-3D computer-aided design system in terms of developing parametric models in order to speed up the design process of similar parts. A parametric model of the family of transition slabs has been completed. Basic sketches and a model of the part were developed, dimensional dependencies were designated and calculated, and limitations when working with a specific model were shown. Examples of possible variants of models developed using parameterization are given.

Keywords: parametric model, norm control, 3D modeling, engineering graphics, КОМПАС-3D

УДК 378

Самостоятельная работа студентов: значение, виды и методы контроля

Сломинская Елена Николаевна

slominskaya_elena@bmstu.ru

Заверткин Евгений Александрович

zaveal@bmstu.ru

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

Рассмотрена роль самостоятельной работы студентов высших учебных заведений в устойчивом формировании компетенций, приобретении умений и навыков, необходимых для будущей успешной работы в выбранной области, перечислены виды и методы контроля самостоятельной работы, применяемые в учебном процессе по инженерно-графическим дисциплинам в соответствии с образовательными программами в КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, приведены примеры тестовых заданий, применяемых для контроля знаний по некоторым разделам начертательной геометрии.

Ключевые слова: самостоятельная работа, самоконтроль, инженерно-графические дисциплины, начертательная геометрия, тестирование

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса, играя ключевую роль в формировании учебной активности и ответственности учащихся. Она способствует формированию устойчивых компетенций, углублению знаний, развитию умений и навыков критического мышления и саморегуляции. В программах по инженерно-графическим дисциплинам, реализуемых в КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, самостоятельной работе студентов придается большое значение, поэтому количество учебных часов, выделяемых на самостоятельную работу, определяется ее важной ролью. Например, по дисциплине «Начертательная геометрия» из 180 учебных часов, предназначенных для освоения курса, 129 часов отведено на самостоятельную работу.

Рассмотрим, что дает самостоятельная работа студентам:

- развитие самостоятельности. Студенты учатся планировать свое время и организовывать учебный процесс, что способствует развитию навыков самоконтроля и ответственности [1];

- глубокое усвоение материала. Самостоятельная работа позволяет углубить понимание изучаемых тем, так как студенты имеют возможность самостоятельно исследовать и анализировать текстовую и графическую информацию [2];

- формирование критического мышления. При выполнении самостоятельных заданий студенты учатся анализировать, сравнивать и делать выводы, что развивает их аналитические способности [3];

- развитие пространственного мышления. Выполнение графических домашних заданий способствует развитию пространственного мышления, необходимого студентам технического вуза;

– подготовка к будущей профессиональной деятельности. Умение работать самостоятельно является важным навыком в любой, в том числе инженерной профессии, что делает студентов более конкурентоспособными на рынке труда [4].

Для преподавателей это:

– оценка уровня знаний. Преподаватели могут оценить, насколько хорошо студенты усвоили материал, и выявить их слабые стороны [5];

– индивидуальный подход. Самостоятельная работа позволяет преподавателям увидеть индивидуальные особенности каждого студента и адаптировать учебный процесс под их нужды [2];

– стимулирование интереса к предмету. Включение самостоятельных заданий в учебный процесс может повысить мотивацию студентов и их интерес к предмету [1].

Виды самостоятельной работы:

– домашние работы. Студенты выполняют графические работы (эпюры), которые закрепляют изученный материал, например, по начертательной геометрии;

– исследовательские проекты. Учащиеся могут проводить исследования по темам, связанным с курсом, что позволяет развивать навыки работы с информацией и научного анализа [3];

– практические задания. Например, создание проекций 3D-объектов в начертательной геометрии, что позволяет применить теоретические знания на практике;

– проработка учебного материала лекций и подготовка к семинарам. Студент изучает самостоятельно учебные пособия, учебно-методические лекционные материалы, что позволяет полноценно работать на семинарах и сдавать экзамены.

Тестирование как метод контроля самостоятельной работы студентов. Тестирование является эффективным инструментом для оценки знаний студентов. Оно может включать:

– тесты с выбором ответа. Позволяют быстро проверить базовые знания и понимание ключевых понятий;

– открытые вопросы. Способствуют более глубокому анализу знаний и умений студентов, например в начертательной геометрии можно задавать вопросы, требующие объяснения методов проецирования или способов преобразования чертежа;

– практические задания. Включение задач, связанных с построением проекций, позволяет оценить практические навыки студентов [1];

– тесты на время. Могут использоваться для оценки скорости и точности выполнения заданий, что важно в таких дисциплинах, как начертательная геометрия.

На рис. 1 представлены примеры вариантов для тестирования знаний студентов по дисциплине «Начертательная геометрия», тема «Прямая и точка в плоскости».

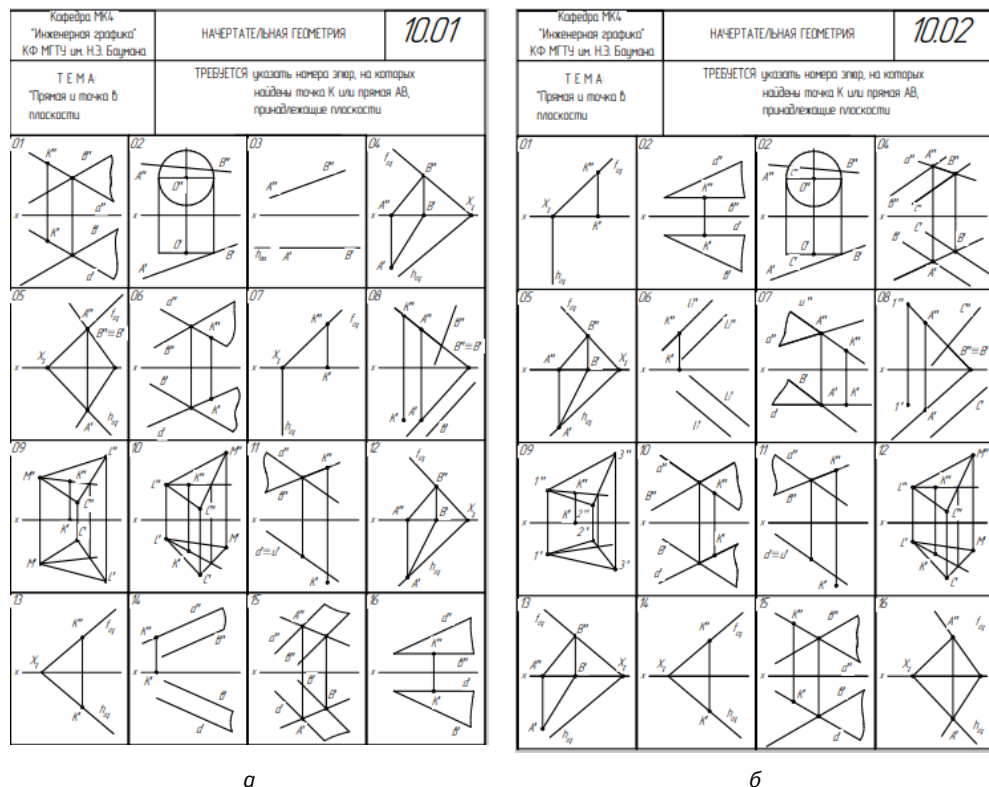


Рис. 1. Тестовые задания:
 а — вариант № 1; б — вариант № 2

Методы контроля самостоятельной работы студентов. Контроль самостоятельной работы студентов может осуществляться различными методами, включая:

- тестирование. Один из наиболее распространенных методов контроля, который позволяет быстро оценить уровень усвоения материала. Тесты могут включать как выбор вопросов, так и открытые задания [5];
- проверка домашних работ. Преподаватели могут проверять выполненные работы и давать обратную связь, что помогает студентам понять свои ошибки и улучшить знания [4];
- анализ проектов и презентаций. Оценка исследовательских работ и презентаций позволяет преподавателям оценить глубину понимания материала и креативность студентов [4].

Студент должен выполнить задание за определенное время. Такой вид тестирования может использоваться как в формате устного или письменного режима, так и с применением электронных систем обучения.

Самостоятельная работа студентов является важным аспектом образовательного процесса, который способствует устойчивому формированию ком-

петенций и развитию ключевых навыков и умений. Разнообразие видов самостоятельной работы и методов контроля, включая тестирование, позволяет преподавателям эффективно оценивать уровень знаний студентов и адаптировать учебный процесс. В конечном итоге это приводит к повышению качества образования и подготовке студентов к профессиональной деятельности.

Литература

- [1] Кузнецова Н.В. *Самостоятельная работа студентов: теория и практика*. Санкт-Петербург, Питер, 2018.
- [2] Гришина И.А. *Методы и технологии контроля знаний студентов в высшей школе*. Москва, Наука, 2016.
- [3] Фролова Е.В. *Педагогические технологии в обучении: от традиционных методов к инновационным*. Нижний Новгород, Изд-во ННГУ, 2017.
- [4] Сидорова Т. П. *Организация самостоятельной работы студентов в вузе: методические рекомендации*. Казань, Казанский университет, 2019.
- [5] Шевченко А.В. *Контроль и оценка знаний студентов: современные подходы и методы*. Екатеринбург, Изд-во Уральского университета, 2019.

Independent work of students: the meaning, types and methods of control

Slominskaya E.N. slominskaya_elena@bmstu.ru

Zavertkin E.A. zaveal@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The role of independent work of students of higher educational institutions in the sustainable formation of competencies, acquisition of skills necessary for future successful work in the chosen field is considered, the types and methods of control of independent work used in the educational process in engineering and graphic disciplines in accordance with educational programs in the Kaluga branch of the Bauman Moscow State Technical University are listed. Examples of test tasks used to control knowledge in some sections of descriptive geometry are given.

Keywords: independent work, self-control, engineering and graphic disciplines, descriptive geometry, testing

УДК 744

Простановка линейных размеров на валах

Зуев Алексей Михайлович

zuevam@bmstu.ru

Заверткин Евгений Александрович

zaveal@bmstu.ru

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

Машиностроение является одной из основных отраслей народного хозяйства. Машиностроительные предприятия связаны с продукцией, предназначенной для космических сил, военно-промышленного комплекса, станкостроения и других отраслей народного хозяйства. Практически во всех узлах и агрегатах присутствует деталь, называемая «вал», передающая движение другим деталям. Валы применяются в агрегатах и узлах, используемых в машиностроении, станкостроении, подъемно-транспортных механизмах и многих других машинах. Рассмотрены такие понятия, как вал и их разновидности, базы и их классификации, методы простановки размеров в зависимости от особенностей, находящегося в работе объекта. Сделаны выводы о том, что правильная простановка размеров улучшает восприятие информации о обрабатываемом изделии.

Ключевые слова: вал, база, размер, диаметр

Вал — это деталь, имеющая цилиндрическую поверхность. Вал в машиностроении представляет собой такой элемент машинного оборудования, который как правило в качестве поперечного сечения имеет круг. Описываемая деталь необходима для передачи мощности от одной детали к другой. Или, например, с помощью вала можно передавать энергию от одной машины, как правило, от той, которая ее вырабатывает к агрегату, потребляющему полученную энергию [1].

Целью данной работы является изучение валов, как инженерных единиц с рассмотрением с последующим рассмотрением особенностей нанесения на них линейных размеров.

Изначально рассмотрим технологии производства валов. На самых ранних этапах, выбирается материал из которого будут создавать необходимые изделия. Выбор материала осуществляется исходя из производственных задач, которые будет выполнять разрабатываемое изделие. В качестве примеров применяемых сталей можно выделить ряд углеродистых сталей, применяющихся, в качестве конструкторских, в нашем случае это Ст3, Ст5. Для валов, имеющих ответственное значение, в собираемых узлах используют легированную сталь с процентным количеством хрома варьирующимся от 18 до 45 % соответственно.

Непосредственно технологический процесс производства валов состоит из таких операций, как разрезание нагретых прутков на заготовки необходимых размеров. Следующим этапом выполняют термическую обработку путем нагрева. Далее нагретому валу предадут форму. Вторая термическая обработ-

ка, следующая после предания необходимой формы заготовке. В конце производят правку за счет прессовых установок.

Существует еще одна технология производства валов, как правило, применяемая для получения изделий из чугуна. Это технология литья, данный метод позволяет заливать раскаленный металл в пустотелую оболочку, называемую формой. Такой вариант позволяет исключить токарную обработку и повысить точность заготовок.

Немаловажным является вопрос точности. Для рабочих и нерабочих шеек установлены квалитеты в пределах 6–8 и 9–10 соответственно шеек. Допустимые пределы для торцевого биения составляет — 0,02–0,04 мм.

Под контролем вала понимают такие понятия, как проверка размеров различных участков поверхности исследуемой единицы, примерами может служить биение шеек валов, длины различных участков и диаметры шеек валов. Также производят проверку на твердость по Роквеллу и Бринеллю. В качестве вспомогательных измерительных устройств используют различные шаблоны, штангенциркули, линейные шаблоны и др.

Классификация валов. Конструктивное исполнение валов разнообразно. По форме оси выделяют валы:

- прямые — являются наиболее распространенными, они, в свою очередь, подразделяются на гладкие, ступенчатые и фасонные;

- коленчатые и кривошипные — за счет своей формы способны преобразовывать поступательное движение во вращательное. Также возможен и обратный подход, когда вращательно движение преобразуется в поступательное;

- эксцентриковые — способствует передачи вращательного движения между валами, оси вращения которых, способны изменяться;

- телескопические — применяются при осевом перемещении одного вала относительно другого [2].

Преимущества эксплуатации. В процессе эксплуатации к валам предъявляются особые требования, ведь от их исправного функционирования зачастую зависит работоспособность всего оборудования. Данный показатель учитывается еще на этапе проектировки и конструирования валов, такие мероприятия позволяют повысить эксплуатационные показатели изучаемых изделий. Стальные валы, производимые современными предприятиями и используемые в разнообразных промышленных сферах, обладают следующими преимуществами: высокая надежность; стабильность; износостойкость; долговечность; твердость.

К конструкторским причинам выхода валов из строя можно отнести ошибочный выбор формы, определение концентраторов напряжений, не соответствующих действительности. В процессе изготовления вала возможны появления механического характера, такие как вмятины, сколы, надрезы и др. Ошибка при регулировке в процессе эксплуатации способна резко сократить производственный ресурс изделия, причем не только самого вала, но и других сборочных единиц, находящихся с ним в одном узле.

При простановке размеров, необходимо учитывать следующие особенности данной процедуры. Численные показатели размеров следует указывать над размерной линией таким образом, чтобы значения наносимого размера располагались посередине. В случае если размеры параллельны и находятся на близком друг от друга расстоянии, то значения располагают в шахматном порядке. Возможны ситуации, когда рассматривают неполное изображение симметричного контура, тогда используют одну стрелку на размерной линии. Свободный конец обрывается. Для таких элементов, как пазы, фаски, отверстия и т. п., если их размеры одинаковые, то они проставляются один раз, а их количество выводится на полке линии-выноске. Опираясь на это, стоит отметить, что при рассмотрении ступенчатого вала, где разные участки изделия имеют различный диаметр, возможен такой случай, что два или более участка цилиндрической поверхности имеют одинаковый диаметр, в таком случае необходимо проставлять размер на каждом промежутке. Проточки и канавки определяют, исходя из таблиц, опираясь на данные по диаметрам валов. Размеры каждого отдельного элемента группируются таким образом, чтобы давать наиболее полную и понятную информацию об объекте.

Валы подразделяются на гладкие, имеющие неизменную цилиндрическую поверхность на всем своем протяжении и ступенчатые, которые состоят из нескольких цилиндрических поверхностей разного диаметра. Описанные выше валы показаны на рисунках один и два соответственно.



Рис. 1. Гладкий вал

При выполнении рабочего чертежа вала, помимо диаметральных размеров, надо правильно проставить и линейные размеры. Линейными называют размеры длины, ширины и высоты [3].

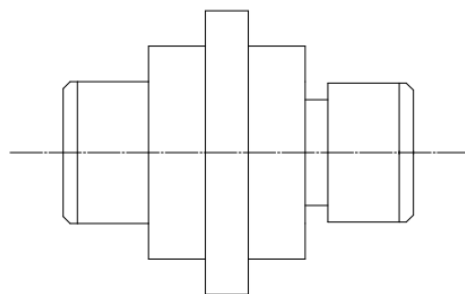


Рис. 2. Ступенчатый вал

При простановке линейных размеров на валах используют поверхности, называемыми базами.

Рассмотрим понятие «база». Во многих случаях при изготовлении вала учитывают конструктивные особенности работы технологии изготовления и контроля. Исходя из этих требований выбирают поверхность, называемую базой, от которой измеряют деталь при ее изготовлении, сборке и контроле.

Измерительной базой называется поверхность, от которой производят измерение и отсчет размеров, принадлежащая линии или точке рассматриваемого объекта. Измерительной базой следует выбирать такие поверхности, которые являются помимо измерительных еще и установочными базами. Подобное сочетание позволяет получить изделие с более высоким уровнем точности обработки. Базы подразделяются:

– на конструкторские. Конструкторская база — это точка, линия или поверхность, служащая для определения положения детали в механизме. Конструкторские базы с пометками плоскость и ось представлены на рис. 3;

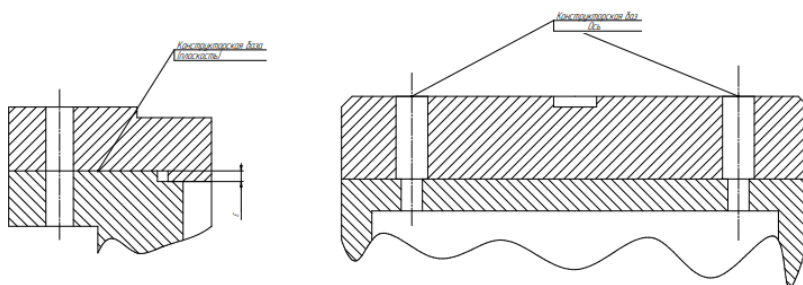


Рис. 3. Конструкторская база

– технологические. Технологическая база — это точка, линия или поверхность, к которой привязывают размеры при изготовлении деталей. Вариант технологической базы изображен на рис. 4. На рисунке используют две базы: основную — левый торец вала (А) и вспомогательную, при помощи которой можно проконтролировать размеры, заданные на чертеже (В);

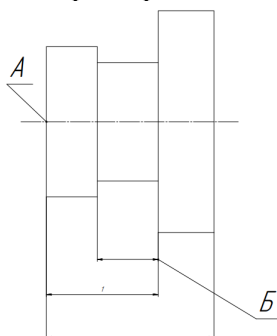


Рис. 4. Технологическая база

– измерительные. Измерительной базой называют поверхность, от которой проверяют размеры готовых изделий [4];

– сборочные. Сборочной базой считается точка линия и поверхность, относительно которой ориентируются детали при сборке.

Рассмотрим способы простановки линейных размеров на валах.

Первый способ — цепной, когда все размеры ставятся на одной линии, изображен на рис. 5. Данный способ самый неэффективный, т. к. дает погрешность при изготовлении вала.

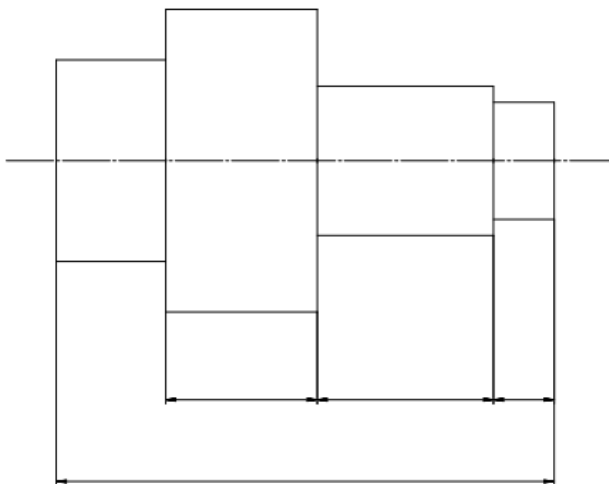


Рис. 5. Цепной способ

Второй способ простановка размеров от одной технологической базы показан на рис. 6. Данный способ применяется, когда вал диаметры в одном направлении [5].

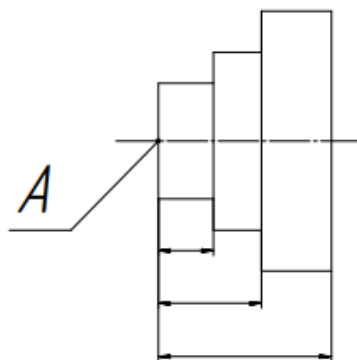


Рис. 6. Одна технологическая база

Третий — комбинированный, который объединяет первый и второй способы. Данный способ изображен на рис. 7 и позволяет более точно изготавливать элементы вала.

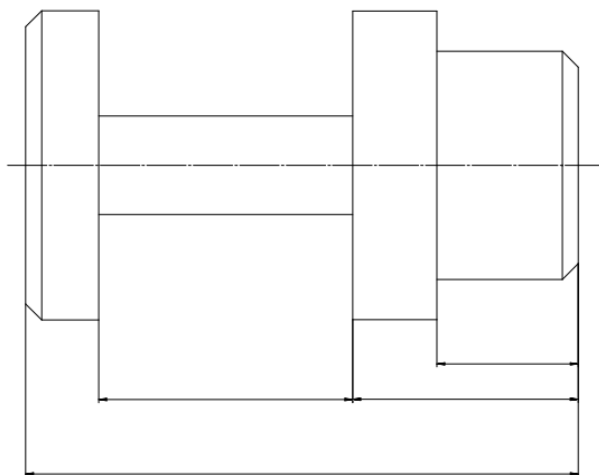


Рис. 7. Комбинированный способ

Самым эффективным является способ простановки линейных размеров от нескольких технологических баз. Данный метод соответствует способу изготовления вала. Наибольший диаметр является установочным. Вначале обрабатывается правая часть вала, а затем, переустановив вал, обрабатывают левую часть вала. В этом случае оба торцами технологическими базами. Данный способ показан на рис. 8.

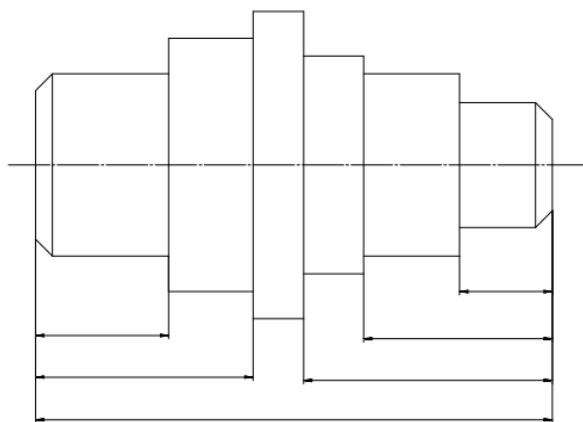


Рис. 8. Способ простановки от нескольких технологических баз

На всех рассмотренных рисунках видно, что один размер остается свободным. Это говорит о том, что размерная цепочка не должна быть замкнутой. Свободным берется наибольший диаметр.

Таким образом, можно сделать вывод, что валы являются важным элементом машиностроительных производств. От правильной проектировки зависит качество получаемого изделия. В связи с чем, были рассмотрены такие понятия, как гладкий и ступенчатый вал, технологическая и конструкторская базы, а также способы простановки размеров с помощью технологических баз. Все это позволяет более точно проектировать валы различных форм и назначений, обеспечивая высокие показатели понимания и усваивания информации, передаваемой в чертеже.

Литература

- [1] Дунаев П.Ф., Леликов О.П. *Конструирование узлов и деталей машин*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, 564 с.
- [2] Ряховский О.А. *Атлас конструкций узлов и деталей машин*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 384 с.
- [3] *Атлас конструкций узлов и деталей машин*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 400 с.
- [4] Ряховский О.А., Иванов С.С. *Справочник по муфтам*. Ленинград, Политехника, 1991, 384 с.
- [5] Буланже А.В., Палочкина Н.В., Часовников Л.Д. *Методические указания по расчету зубчатых передач редукторов и коробок скоростей по курсу «Детали машин»*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.

Alignment of linear dimensions on shafts

Zuev A.M. zuevam@bmstu.ru

Zavertkin E.A. zaveal@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

Mechanical engineering is one of the main branches of the national economy. Machine-building enterprises are associated with products intended for the space forces, the military-industrial complex, machine tool manufacturing and other sectors of the national economy. Almost all components and assemblies have a part called a "shaft" that transmits motion to other parts. Shafts are used in aggregates and assemblies used in mechanical engineering, machine tool construction, lifting and transport mechanisms and many other machines. Concepts such as shaft and their varieties, bases and their classifications, methods of sizing depending on the features of the object in operation are considered. It is concluded that the correct sizing improves the perception of information about the product being developed.

Keywords: shaft, base, size, diameter

***Секция 16. Социально -
экономические
аспекты экономики***

УДК 658.51

Внедрение программного обеспечения по отработке заказов с целью повышения производительности труда (на примере предприятия ПАО «КТЗ»)

Забродская Анастасия Павловна

zap22km061@student.bmstu.ru

Иконникова Ирина Викторовна

iv_ikonnikova@bmstu.ru

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

Статья посвящена актуальной проблеме повышения производительности труда на машиностроительных предприятиях. В статье обосновываются теоретико-методологические основы производительности труда, определяется влияние внедрения новых технологий на ее повышение. Рассмотрен процесс внедрения программного обеспечения «План СТО» на предприятие ПАО «Калужский турбинный завод». Проанализированы все этапы отработки заказов на проектирование и изготовление специальной технологической оснастки до и после внедрения нового программного обеспечения.

Ключевые слова: *производительность труда, трудовые ресурсы, программное обеспечение, технологический процесс, конструкторская документация*

В настоящее время производительность труда является одним из ключевых факторов эффективности производства на любом машиностроительном предприятии. Ее повышение позволяет тому же количеству живого труда производить большее количество продукции в единицу времени, следовательно затраты труда работников на единицу продукции по мере роста производительности будут снижаться [1]. Также повышение производительности труда может способствовать снижению издержек производства и повышению конкурентоспособности. Зачастую неправильная организация труда, использование устаревших технологий, методов сбора и анализа информации приводит к замедлению развития предприятия.

Производительность труда зависит от множества факторов, которые можно разделить на такие категории, как человеческие, организационные, экономические и др. Одним из таких факторов, позволяющих повысить производительность труда и предотвратить негативные последствия неэффективного использования трудовых ресурсов, является внедрение новых технологий [2].

Внедрение новых технологий оказывает сильное влияние на производительность труда. Самыми распространенными являются автоматизация и оптимизация процессов, они позволяют выполнять задачи быстрее и с большей точностью, что приводит к увеличению их объема и качества, также сокращаются потери времени, ресурсов и усилий, происходит сокращение количества сотрудников необходимых, для выполнения конкретной задачи [3, 4].

Примером использования новых технологий является внедрение программного обеспечения «План СТО» на предприятие ПАО «Калужский тур-

бинный завод», целью которого являлось упорядочивание процесса отработки заказов на проектирование и изготовление специальной технологической оснастки с максимально возможным упрощением данного процесса.

До внедрения программного обеспечения процесс отработки и проектирования заказов проходил несколько длительных этапов, которые в общем составляли около 20 дней.

1. Заполнение и передача бумажного бланка в нескольких подразделениях на отработку заказа. При этом каждый отдел вел свою электронную базу учета, в которой присутствовало лишь 80 % совпадения заполняемой информации.

2. Передача конструкторской документации в дирекцию по планированию производства для планирования написания технологического процесса.

3. Передача конструкторской документации специальной технологической оснастки для написания технологического процесса в комплекс технологического оснащения, отдел главного сварщика и отдел главного технолога.

4. Контроль технологического процесса, отправка служебной записки на привязку конструкторско-технологического комплекта в программу SAP.

5. Привязка конструкторско-технологического комплекта в программу SAP.

При анализе данной системы приема заказов на изготовление и проектирование специальной технологической оснастки и инструмента были выделены проблемы и пути их решения, представленные в таблице.

Проблемы и пути их решения первичной системы приема заказов

№	Проблема	Решение
1	Заполнение и передача бумажного бланка	Введение единой электронной канбан-доски
2	Три электронные базы учета	
3	Неактуальное планирование производства	Планирование производства, после подготовки конструкторско-технической документации специальной технологической оснастки
4	Долгое ожидание конструкторской документации специальной технологической оснастки перед написанием технологического процесса	При написании технологического процесса используется электронная конструкторская документация
5	Дробление ответственности при написании технологического процесса	Передача некоторых технологов, базирующихся на базе цехов в конструкторский отдел специального технологического оснащения, инструмента
6	Отправка однотипных служебных записок	Введение единой канбан-доски

Для решения данных проблем было принято решение создать программное обеспечение «План СТО». Данная программа позволила сократить до минимума работу с бумажными документами, в ней для составления заказа на проектирование и изготовление специальной технологической оснастки, инструмента требуется лишь заполнить форму заказа, представленную на рис. 1, а затем автоматически сформируется бланк заказа специальной технологической оснастки, который требуется согласовать с начальством конструкторского отдела специального технологического оснащения, что занимает от 1 до 2 дней. При этом до введения данного программного обеспечения данный этап занимал около 10 дней.

Заказ разработки СТО и инструмента (тип СТО-с разработкой КД)

Данные выделены красным - введите обязательно.

приоритет СТО ☐ нет приоритета ☐ срочная

подразделение заказчика ☐ К-ОГТ ☐ М-ОГМет ☐ С-ОГСа ☐ И-пр-во

№ заказа

№ комплекта

№ детали

цех количество ФИО исполнителя

потребитель

основание конструкторов

наименование СТО

аналог СТО

оборудование

описание

автор

планируемый срок сдачи КД формат ДД.ММ.ГГГГ

начальник бюро

планируемый срок сдачи ТД формат ДД.ММ.ГГГГ

начальник отдела

Рис. 1. Форма заполнения заказа

Также поменялась схема прохождения заказа на проектирование и изготовление специальной технологической оснастки и инструмента по отделам. Почти вся документация перешла в электронный формат, которая вносится в разработанную программу, при этом на каждом проделанном этапе отображается отметка о выполнении. Также некоторые отделы стали работать параллельно. В следствии этого произошло значительное сокращение процесса отработки, проектирования и изготовления заказов. Принципиальная схема взаимодействия между отделами в процессе отработки заказа представлена на рис. 2.

Результатом внедрения программного обеспечения «План СТО», базирующегося на единой электронной канбан-доске стала визуализация всех заказов, их состояние и движение по этапам стало прозрачным для всех участников процесса, появилось больше возможностей для его аналитики, сократилось время процесса отработки и проектирования заказов.

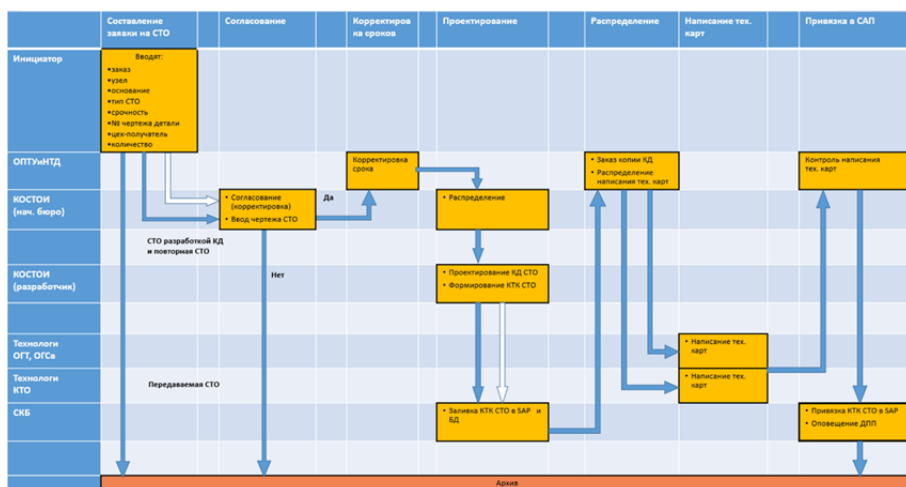


Рис. 2. Принципиальная схема взаимодействия между отделами в процессе отработки заказа

В период внедрения представленного программного обеспечения произошло увеличение проработанных конструкторско-технологических комплектов специального технологического оснащения на 165 штук, вследствие сокращения процесса отработки, изготовления и проектирования заказа на 13–15 дней, т. е. примерно на 70 %. Также прозрачность данного процесса для всех участников позволила сократить долги по написанию технологического процесса конструкторско-технологических комплектов на 297 шт. Все эти перечисленные факторы повысили производительность труда на 12 %. Результаты внедрения «План СТО» представлены на рис. 3.



Рис. 3. Результаты внедрения программного обеспечения «План СТО»

Таким образом, в условиях современного быстро развивающегося научно-технологического процесса, чтобы оставаться конкурентоспособным, каждое предприятие должно автоматизировать и оптимизировать свои процессы. Внедрение программного обеспечения для отработки заказов является эффективным инструментом повышения производительности труда на предприятиях, оно позволяет сократить время выполнения заказов, минимизировать ошибки, повысить прозрачность и контроль над процессами, а также оптимизировать использование трудовых и материальных ресурсов.

Литература

- [1] Белый Е.М., Алексеев Ю.С., Байгулова А.А., Зими́на Л.Ю. *Экономика предприятия*. Москва, Русайнс, 2017, 172 с.
- [2] Должиков В.П. *Технологии наукоемких машиностроительных производств*. Санкт-Петербург, Лань, 2024, 304 с.
- [3] Меняев М.Ф. *Цифровая экономика на предприятиях*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020, 394 с.
- [4] Шатько Д.Б. *Бережливое производство*. Кемерово, КГТУ им. Т.Ф. Горбачева, 2023, 155 с.

Implementation of order processing software to increase labor productivity (by the example of PJSC KTZ)

Zabrodsкая A.P. zap22km061@student.bmstu.ru

Ikonnikova I.V. iv_ikonnikova@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The scientific article is devoted to the urgent problem of increasing labor productivity at machine-building enterprises. The article substantiates theoretical and methodological bases of labor productivity, determines the influence of new technologies implementation on its increase. The process of implementation of the software "Plan STO" at the enterprise PJSC "Kaluga Turbine Works" is considered. All stages of processing of orders for design and manufacturing of special technological equipment before and after the introduction of new software are analyzed.

Keywords: labor productivity, labor resources, software, technological process, design documentation

УДК 658.51

Бережливое производство 2.0: интеграция искусственного интеллекта, как способ повысить эффективность предприятия

Иконникова Ирина Викторовна

iv_ikonnikova@bmstu.ru

Васешенков Дмитрий Владимирович

vaseshenkovdv@student.bmstu.ru

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

Рассмотрена концепция «бережливое производство» под призмой технологии индустрии 4.0 — искусственный интеллект. Построена схема пути развития предприятия с помощью искусственного интеллекта. Проанализировано потенциальное развитие традиционных систем «бережливого производства»: «Канбан», «Кайдзен», 5S, Just in time, Рока-Йоке в «бережливое производство 2.0». Определены препятствия, с которыми придется столкнуться предприятию при совершенствовании уже действующей концепции организации производства. Сделаны выводы о повышении эффективности предприятия за счет использования искусственного интеллекта при модернизации системы «бережливое производство».

Ключевые слова: бережливое производство, бережливое производство 2.0, искусственный интеллект, индустрия 4.0

Бережливое производство, основанное на принципах минимизации потерь и максимальной ценности для клиента, уже давно является ключевой стратегией для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятия. Однако с ростом сложности производственных процессов и объемов данных, традиционные методы бережливого производства становятся все труднее применять.

В контексте Индустрии 4.0 искусственный интеллект (ИИ) — представляет собой комплекс технологий, обеспечивающих машинам возможность подражать когнитивным функциям мозга человека, таким как обработка информации, анализ данных, решение задач и принятие решений [1]. Особенностью ИИ является способность к автоматизации и интеллектуальному управлению рутинными процессами, что позволит значительно сократить время выполнения. Например, задачи, которые человек выполняет за один час, искусственный интеллект способен рассчитать за доли секунд.

ИИ предлагает возможности для совершенствования бережливого производства путем выявления незаметных закономерностей и автоматизации задач. Он работает на основе алгоритмов и математических моделей, которые позволяют системе обрабатывать большие объемы данных, анализировать их и делать выводы [2].

Пути совершенствования производственной системы предприятия искусственным интеллектом представлены на рис. 1.

Исходя из рис. 1 можно сделать следующие выводы.

1. Предприятия, столкнувшиеся с рядом проблем по внедрению этой концепции производства, смогут исправить это, внедрив ИИ. Проанализировав большие объемы данных о текущем уровне предприятия, он сможет выявить сложности и предложить решения по их устранению, что поспособствует дальнейшему эффективному внедрению.



Рис. 1. Внедрение искусственного интеллекта на предприятие

2. Предприятия, успешно внедрившие бережливое производство, могут улучшить эту концепцию и преобразовав ее в «бережливое производство 2.0». Эта модернизированная система организации производства будет опираться на цифровые технологии. Рассмотрим примеры развития традиционных систем бережливого производства с помощью использования искусственного интеллекта. Так, система 5S (сортировка, соблюдение порядка, поддержание чистоты, стандартизация и совершенствование), создающая упорядоченные и эффективные рабочие места, станет полностью автоматизированной. Например, с помощью камер и алгоритмов компьютерного зрения, контролирующих чистоту и порядок на рабочем месте, можно будет выявлять отклонения и сигнализировать о них персоналу. Такие системы отслеживания помогут поддерживать стандарты S и повышать точность контроля без постоянного участия человека.

Система «Канбан», ориентированная на оптимизацию управления запасами и производственным потоком, может усовершенствоваться путем применения алгоритмов прогнозирования спроса и оптимизации запасов. Традиционные канбан-карточки и сигнальные элементы можно заменить цифровыми системами мониторинга и управления запасами, что позволит в режиме реального времени отслеживать потребности производства в ресурсах, автоматически заказывая сырье и обновляя планы в зависимости от изменений в спросе. Использование технологии ИИ будет направлено на отслеживание колебания спроса и снижения риска перепроизводства.

«Кайдзен» ориентирован на непрерывное совершенствование процессов за счет вовлечения сотрудников и поиска небольших улучшений [3]. ИИ может расширить возможности «кайдзен», позволяя анализировать данные производственных процессов, с целью нахождения возможности для улучшения, которые могут быть неочевидны даже для опытного и высококвалифицированного персонала.

3. Аналитика данных и машинное обучение выявляют повторяющиеся ошибки, сбои и узкие места, что упрощает процесс улучшения. Так, ИИ может предложить изменения в процессе сборки изделия на основе анализа времени выполнения задач, что может снизить затраты рабочего времени и повысить производительность труда.

Добавление ИИ в систему Poka-Yoke может вывести предотвращение ошибок на новый уровень. Poka-Yoke (иначе «защита от дурака») — это методология, которая фокусируется на предотвращении ошибок и обеспечении того, чтобы процессы выполнялись правильно с первого раза [4]. Традиционно эта система полагается на физические приспособления и визуальные индикаторы, которые предотвращают ошибки или делают их мгновенно заметными.

Poka-Yoke 2.0 будет самостоятельно предотвращать погрешности, а в случае если это будет невозможно, остановит процесс производства изделий, благодаря системе машинного зрения и анализу внутренних показателей оборудования производства.

Интеграция ИИ в Poka-Yoke может снизить уровень ошибок до минимальных показателей, поскольку система обучается и адаптируется в режиме реального времени. Благодаря такому подходу вероятность ошибок практически сводится к нулю, что повышает производительность и качество, а также снижает затраты на брак и переработку.

Система производства Just in time базируется на снижении запасов, а с внедрением ИИ изменится кардинально. Анализируя большие объемы данных о продажах, трендах рынка и сезонности искусственный интеллект способен спрогнозировать будущий спрос с высокой точностью. Это позволит планировать производство с минимальными запасами или же вообще без них, что сократит затраты на хранение и снизит риск устаревания продукции. Исходя из анализа текущей производственной мощности предприятия ИИ сможет предсказывать время изготовления продукции с наименьшими отклонениями.

4. Говоря о препятствиях, можно отметить следующие: внедрение ИИ потребует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Необходимо будет найти специалистов с опытом в области искусственного интеллекта, машинного обучения и аналитики данных. Важно обеспечить конфиденциальность данных и защиту от неправомерного доступа. Также необходимо учитывать этические аспекты в производстве, например потенциальное сокращение рабочих мест.

В заключение можно сказать, что внедрение ИИ в традиционные системы бережливого производства, такие как 5S, «Канбан», «Кайдзен», Just in

time и Poka-Yoke, создает новое поколение — «бережливое производство 2.0». Этот подход сочетает проверенные методы повышения эффективности с инновационными возможностями искусственного интеллекта, что позволит производственным процессам стать еще более адаптивными, гибкими и устойчивыми к внешним изменениям.

«Бережливое производство 2.0» с поддержкой ИИ становится мощным инструментом для предприятий, стремящихся повысить производительность, сократить издержки и обеспечить высокое качество продукции. Этот подход объединяет лучшее из традиционных методик бережливого производства с новыми цифровыми возможностями индустрии 4.0, открывая перспективы для дальнейшего развития и оптимизации производства в условиях современных экономических реалий.

Литература

- [1] Куижева С.К., Задорожная Л.И., Овсянникова Т. А., Зарубин В.И. Задачи использования искусственного интеллекта в бережливом производстве. *Новые технологии*, 2021, № 6, с. 106–115.
- [2] Данилов С.А., Аникин Д.А., Валеев А.Р. Применение ИИ в вузах, технологии и методы. *Fundamental science innovation and technology. II Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Уфа, ООО Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023, с. 217–221.
- [3] Золотова Л.В., Конюченко О.Н., Уманский С.С. Бережливое производство: содержание понятия. *ЕГИ*, 2022, № 40 (2), с. 121–128.
- [4] Клочков Ю.П. «Бережливое производство»: понятия, принципы, механизмы. *ИБД*, 2012, № 2, с. 429–436.

Lean manufacturing 2.0: leveraging artificial intelligence to boost enterprise efficiency

Ikonnikova I.V.

iv_ikonnikova@bmstu.ru

Vaseshenkov D.V.

vaseshenkovdv@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This paper explores the concept of «lean manufacturing» within the context of Industry 4.0, specifically focusing on the role of artificial intelligence (AI). We propose a framework for evolving lean manufacturing into a more efficient iteration through the integration of AI. The paper analyzes the potential development of traditional lean manufacturing systems such as Kanban, Kaizen, 5S, Just in Time, and Poka-Yoke. Furthermore, we identify the challenges companies may encounter when implementing “Lean Manufacturing 2.0” Ultimately, the paper draws conclusions about enhancing enterprise efficiency through the refinement of this concept.

Keywords: lean manufacturing, lean manufacturing 2.0, artificial intelligence, Industry 4.0

УДК 332.1(075.8)

Конкурентоспособность машиностроительных предприятий как объекта стратегического управления

Козина Ксения Владимировна

kozinakv@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

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

Конкурентоспособность машиностроительных предприятий является важнейшим критерием их успешности и устойчивости в условиях динамичного рынка. Рассмотрены основные аспекты стратегического управления, направленные на повышение конкурентоспособности в машиностроении. Проанализированы ключевые факторы, такие как инновационные технологии, качество продукции и кадровый потенциал. Обсуждаются стратегии, позволяющие обеспечивать конкурентные преимущества и адаптироваться к изменениям на рынке.

Ключевые слова: конкурентоспособность, машиностроение, стратегическое управление, инновации, качество, управление ресурсами

В современном мире машиностроение занимает ключевую роль в поддержке экономики и технического прогресса. Конкурентоспособность предприятий этой отрасли критически важна, так как она влияет на их способность выживать и развиваться в условиях жесткой рыночной борьбы. Стратегическое управление конкурентоспособностью включает не только анализ текущего положения компаний, но и разработку долгосрочных планов, направленных на сохранение и укрепление их позиций.

Основные факторы конкурентоспособности.

1. Качество продукции. Высокое качество изделий является основным условием для успешной конкуренции. Внедрение международных стандартов качества (например, ISO) и систем управления качеством (TQM) позволяет предприятиям повысить свою репутацию и удовлетворенность клиентов.

2. Инновации и технологии. Инвестиции в научные исследования и разработки, а также использование передовых технологий (например, автоматизация, аддитивные технологии) способствуют созданию новых продуктов и повышению производительности.

3. Квалификация и мотивация персонала. Квалифицированные кадры — это ключевой ресурс для реализации инновационных проектов. Внедрение программ обучения и повышения квалификации позволяет укрепить кадровый потенциал.

4. Гибкость производства. Способность быстро адаптироваться к изменениям потребностей рынка и гибко управлять производственными процессами способствует повышению конкурентоспособности.

5. Эффективность логистики. Оптимизация логистических процессов позволяет уменьшить затраты и улучшить сроки поставки, что также имеет огромный вклад в конкурентоспособность [1].

Актуальность исследования конкурентоспособности предприятия в современных условиях обусловлена несколькими ключевыми факторами. В условиях растущей глобализации экономики компании сталкиваются с конкуренцией не только на национальном, но и на международном уровне. Это требует от предприятий постоянного мониторинга рынка, анализа стратегий конкурентов и адаптации к изменяющимся условиям. Современные технологии также быстро развиваются, и предприятия должны быть готовы к их внедрению. Исследование конкурентоспособности позволяет определить, какие технологии могут повысить эффективность производственных процессов и улучшить качество продукции.

Современные потребители становятся все более требовательными, ищущими продукты, которые соответствуют их ожиданиям по качеству, цене и инновациям. Понимание конкурентоспособности помогает предприятиям адаптироваться к этим изменениям и предлагать востребованные решения. Кроме того, неизбежность изменений в бизнес-среде, таких как экономические кризисы, изменения в законодательстве и появление новых игроков на рынке, создает нестабильность. Исследование конкурентоспособности позволяет предприятиям разрабатывать стратегии, которые помогут им адаптироваться к изменениям и минимизировать риски.

Конкурентоспособность предприятий как объект стратегического управления представляет собой важную область исследования и практики, поскольку она определяет способность компании успешно функционировать и развиваться в условиях конкурентной среды [2]. Конкурентоспособность предприятия можно определить как его способность предлагать товары и услуги, которые превосходят аналогичные предложения конкурентов по качеству, цене, инновациям и другим критериям, важным для потребителей. Она включает в себя как внутренние, так и внешние факторы, влияющие на положение компании на рынке.

Стратегии повышения конкурентоспособности.

1. Инвестирование в научные исследования и разработки. Компании, активно инвестирующие в НИОКР, имеют возможность запускать новые продукты, что позволяет им сохранять лидерские позиции.

2. Обновление производственного оборудования: Модернизация оборудования позволяет увеличить производительность и снизить себестоимость продукции, что, в свою очередь, делает предприятие более конкурентоспособным.

3. Оптимизация логистики. Эффективное управление логистическими процессами сокращает время доставки продукции и снижает затраты, что напрямую влияет на конкурентоспособность.

4. Партнерство и сотрудничество. Создание стратегических альянсов с другими предприятиями, научными учреждениями и исследовательскими центрами способствует обмену опытом и технологиями.

5. Глобальная экспансия. Освоение новых рынков и выход на международную арену с помощью локализации производства позволяет компаниям увеличить объем продаж и укрепить свои позиции [3].

Примеры успешных практик.

1. Основные автопроизводители: компании, такие как Toyota и Volkswagen, активно используют современные технологии, включая роботизацию процессов, что позволяет им производить автомобили с высоким качеством по конкурентоспособным ценам [4].

2. Авиастроение: Airbus и Boeing на протяжении многих лет ведут активную работу по внедрению новых технологий и инноваций, что позволяет им сохранять лидерство на рынке авиастроения.

Конкурентоспособность в машиностроении — это сложный и многогранный процесс, высоко зависящий от технологической базы, инноваций, качества продукции и квалификации персонала [5]. Для успешной деятельности на современном рынке предприятиям важно не только сохранять и развивать свои традиционные конкурентные преимущества, но и активно внедрять новые технологии и подходы. В условиях постоянной конкуренции машиностроительные компании должны быть готовыми к изменениям и постоянно искать новые пути для повышения своей конкурентоспособности.

Литература

- [1] Рябokonь В.П., Кузубов А.А. Управление конкурентоспособностью агропромышленных предприятий. *Экономика АПК*, 2015, № 7, с. 85–93.
- [2] Егорова Л.С., Макарычев А.А. Управление конкурентоспособностью предприятия. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, 2008, № 6, с. 316–322.
- [3] Портер М.Э. *Стратегия конкуренции*, 1998, 390 с. \ Porter M.E. *Competitive Strategy*. NY, Free Press, 1998, 390 p. Так?
- [4] *Производственная система Toyota: за пределами крупномасштабного производства*. Taiichi Ohno, Productivity Press, 1988.
- [5] Фатхутдинов Р.А. *Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент*. Москва, Маркетинг, 2002, 886 с.

Competitiveness of machine - building enterprises as an object of strategic management

Kozina K.V. kozinakv@student.bmstu.ru

Pererva O.L. pererva@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The competitiveness of machine-building enterprises is the most important criterion for their success and sustainability in a dynamic market. This article examines the main aspects of strategic management aimed at improving competitiveness in mechanical engineering. Key factors such as innovative technologies, product quality and human resources are analyzed. Strategies to ensure competitive advantages and adapt to changes in the market are discussed.

Keywords: competitiveness, mechanical engineering, strategic management, innovation, quality, resource management

УДК 658.51

Инновационные финансовые инструменты: краудфандинг и его влияние на малый бизнес

Иконникова Ирина Викторовна

iv_ikonnikova@bmstu.ru

Бардина Анна Ивановна

bai23km022@student.bmstu.ru

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

Рассмотрены инновационные финансовые инструменты, такие как краудфандинг, краудлендинг и краудинвестинг. Показано их влияние на малый бизнес. Выделены основные модели краудфандинга. Исследованы преимущества и недостатки инновационных финансовых инструментов. Проведен анализ работы краудлендинговой платформы «СберКредо» Сбербанка, краудфандинговых платформ «На старте», «Planeta.ru», а также изучена статистика, отображающая влияния краудфандинга на малый бизнес за период 2019 – 2023 годы.

Ключевые слова: краудфандинг, краудлендинг, краудинвестинг, малый бизнес

Краудфандинг как форма коллективного финансирования, находит все большее применение в сфере малого бизнеса. Это новое направление позволяет предпринимателям собирать средства на реализацию своих проектов, используя разнообразные платформы и технологии. Значительный рост интереса к краудфандингу можно наблюдать в России, где малые и средние предприятия (МСП) сталкиваются с трудностями доступности традиционных источников финансирования.

Краудфандинг — это процесс сбора денежных средств от большого числа людей, обычно через платформы в интернете. Он возник в начале 2000-х годов и стал популярным инструментом для финансирования стартапов, творческих проектов и социальных инициатив.

Также, помимо краудфандинга, популярность начали набирать такие направления как краудлендинг и краудинвестинг. Однако эти финансовые инструменты имеют значительные отличия. В чем же главные отличия этих? И почему краудфандинг до сих пор сохранился, а другие способы инвестирования покинули рынок? Как уже выяснили краудфандинг — это способ коллективного финансирования проектов, сбор денежных средств для реализации новых идей или масштабирования компаний. Денежные средства инвестируют в проекты без цели заработать: инвестор хочет поддержать какую-либо идею или автора.

Краудинвестинг же — это способ привлечения финансов, при котором инвесторы приобретают ценные бумаги, например акции, по которым получают долю в бизнесе и могут претендовать на часть прибыли предприятия в виде дивидендов [1].

Краудлендинг подразумевает под собой механизм кредитования бизнес-проектов физическими или юридическими лицами по договорам займа. Посредниками между заемщиками и инвесторами выступают краудлендинговые платформы. Они проверяют благонадежность и юридическую чистоту заемщика.

Существует несколько основных моделей краудфандинга:

- донорский краудфандинг (финансирование без ожидания возмещения, часто используется для социальных или благотворительных проектов);
- вознаградительный краудфандинг (финансирование с предложением вознаграждений, таких как продукты или услуги, в ответ на взносы);
- долевого краудфандинг (инвесторы получают долю в компании в обмен на свои инвестиции);
- заемный краудфандинг (предоставляет займы, которые должны быть возвращены с процентами) [2].

Любая инновационная разработка имеет как плюсы, так и минусы.

У краудфандинга для малого бизнеса большое количество преимуществ, например, доступ к капиталу (когда малые компании могут привлечь финансирование без необходимости обращения к банкам или венчурным капиталистам), маркетинг и продвижение, а следовательно, и успешное краудфандинговое продвижение, которое может значительно увеличить узнаваемость бренда и подготовить почву для успешных продаж.

Немало важным достоинством является гибкость, т. к. предприниматели могут выбирать наиболее подходящую модель краудфандинга для своих нужд.

Несмотря на многочисленные преимущества, краудфандинг в малом бизнесе сталкивается и с рядом трудностей. С увеличением числа проектов на платформах растет конкуренция за внимание инвесторов, что затрудняет выделение. Так как не все проекты способны привлечь средства, то успешные кампании требуют тщательной подготовки и грамотного маркетинга, а самое главное — качество продукта.

Не стоит забывать, что в некоторых регионах могут накладываться дополнительные требования на краудфандинговые платформы, что может усложнять процессы. Так, к примеру, в России компания «Сбербанк» решила попробовать внедрить краудлендинг, который получил название «Сберкредо». Для начала нужно понимать, что инвестиции — это не банковские вклады, они не застрахованы, поэтому риск потерять средства остается и при самой консервативной стратегии. В случае краудлендинга инвесторы рискуют сильнее, чем при покупке биржевых фондов или облигаций надежных эмитентов через брокера. Если занявшая деньги компания прогорит, вернуть средства будет сложно.

Часть рисков компенсируется повышенной доходностью инструмента. Но также платформы стараются придумывать механизмы, которые снижают инвестиционные риски. Это может быть, например, дополнительная проверка заемщиков, личное поручительство собственника бизнеса или выкуп займов у инвесторов при определенных условиях. Это повышает репутацию платформы и помогает привлечь в нее больше денег.

У «СберКредо», к сожалению, такие механизмы отсутствуют. В декларации о рисках компания просто констатирует, что все предлагаемые ей сделки высокорискованные и возможна полная потеря средств, а также перечисляет

основные риски. В принципе, все законно, но это рискованные инвестиции. «СберКредо» работает в правовом поле. Компания есть в реестре операторов инвестиционных платформ, что повышает надежность инвестиций. У компании надежная основа [3].

«СберКредо» работает на платформе «Сбербанка» и только с клиентами банка, поэтому имеет больше возможностей для проверки заемщиков. По оценке члена экспертного совета комитета Госдумы по финансовому рынку Ю. Колесникова, инвестиции в площадку могли составить около 75 млн рублей, но они не окупились. Поэтому краудлендинговая платформа «СберКредо» оказалась убыточной из-за изначально неправильно выбранной бизнес-модели, позиционирования и маркетинговой подачи.

Несмотря на неудачный опыт краудлендинга, в России преобладают успешные краудфандинговые компании. С каждым годом они набирают популярность и становятся активной частью экосистемы малого бизнеса. Примером является платформа «На старте». Она предназначена для поддержки стартапов и малых бизнесов [4].

Другим ярким примером можно назвать проект «Кинопечка» по разработке портативного устройства для приготовления попкорна [4]. Команда разработчиков собрала 1,5 млн рублей на реализацию своей идеи через краудфандинг, получив более 200 предзаказов. Такой успех стал возможен благодаря активному продвижению проекта в социальных сетях и участию в специализированных событиях.

Одной из наиболее известных краудфандинговых платформ в России стала платформа Planeta.ru. Она ориентирована на творческие проекты и культурные инициативы. Примером успешной кампании на этой платформе стал проект «Голос улиц», который собрал более 600 тыс. рублей на создание документального фильма о малоизвестных районах Москвы. Успешное завершение кампании продемонстрировало высокий интерес общества к культурным проектам и поддержку локальных инициатив [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что краудфандинг является мощным инструментом для малых бизнесов, позволяя им находить финансирование, увеличивать свою популярность и создавать активные сообщества вокруг продуктов и услуг. Инновационные решения, такие как использование цифровых платформ, социальных сетей и аналитических инструментов, делают этот процесс более эффективным и доступным.

Успешные примеры из России показывают, что краудфандинг может поддержать не только коммерческие стартапы, но и социальные и культурные инициативы, способствуя развитию экономики и вовлечению общества в проекты. Это подтверждает и анализ данных за последние 5 лет, где оборот рынка краудфандинга в России с 2019–2023 гг. увеличился в 5 раз и превысил 35 млрд руб. В условиях постоянных изменений на рынке и высокой конкуренции предприниматели должны рассматривать данный вид инвестирования как один из ключевых инструментов для достижения успеха в бизнесе.

Литература

- [1] Николаев В. *Краудфандинг: новые горизонты*. Москва, Изд-во «Бизнес-пресса», 2020.
- [2] Петрова С. *Краудфандинг в России: настоящее и будущее*. Москва, Изд-во «Экономика», 2021.
- [3] *Официальный сайт платформы «СберКредо»*. URL: <https://sbkredo.ru/investoram/> (дата обращения 05.11.2024).
- [4] *Boomstarter*. URL: <https://boomstarter.ru/> (дата обращения 04.11.2024).

Innovative financial instruments: crowdfunding and its impact on small businesses

Ikonnikova I.V.

iv_ikonnikova@bmstu.ru

Bardina A.I.

bai23km022@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article discusses innovative financial instruments such as crowdfunding, crowdlanding and crowdinvesting. Their impact on small businesses is shown. The main crowdfunding models are highlighted. The analysis of the work of Sberbank's SberKredo crowdfunding platform, crowdfunding platforms at the start, Planeta.ru.

Keywords: *crowdfunding, crowdlanding, crowdinvesting, small business*

УДК 33

Анализ рынка труда и его влияние на экономический рост

Козлова Анастасия Максимовна kozlovaam1@student.bmstu.ru

Квашина Вера Владимировна kvashina@bmstu.ru

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

Рынок труда играет ключевую роль в экономике страны. Данная статья включает в себя его анализ, расшифровку основных понятий и определений, напрямую связанных с рынком труда, а именно — понятие безработицы, заработной платы, производительности труда, экономического роста. Размещена информация о ключевых аспектах экономики страны, основанная на актуальных статистических данных, включая сведения от Росстата. Определяется взаимосвязь между рынком труда и экономическим ростом, приводится перечень факторов, негативно влияющих на рынок труда и экономический рост. Также исследуются изменения, появившиеся на рынке труда в 2023–2024 гг.

Ключевые слова: рынок труда, экономический рост, безработица, заработная плата, производительность труда

Рынок труда представляет собой совокупность экономических отношений, связанных с отношениями купли-продажи специфического товара — рабочей силы, где совершается обмен труда на заработную плату [1]. Использование термина «рынок труда» предполагает, что труд является товаром [2]. Анализ рынка труда позволяет оценить и подробнее разобрать такие понятия как: уровень безработицы, заработная плата, производительность труда, структура занятости, экономический рост.

Безработица как общее понятие включает в себя естественную безработицу и фактическую безработицу [2]. Естественная безработица — это нормальный уровень безработицы в стране, включающий в себя структурных и фрикционных безработных. Фактическая безработица — это общий показатель, который включает в себя уровни фрикционной, структурной и циклической безработицы [2].

По данным на февраль 2024 года, самый низкий уровень безработицы в России был зафиксирован на отметке 2,8 % [3]. Это соответствует минимальному значению за весь период наблюдений показателя с 1991 года, исходя из данных Росстата. Динамику уровня инфляции и безработицы за период с 2000 по 2023 г. можно отследить на рис. 1 [4]. Можно сделать вывод, что он заметно снизился.

К основным причинам безработицы можно отнести — технический прогресс, демографический рост, сезонные колебания спроса.

Снижение уровня безработицы в России, по данным Росстата, произошло в ноябре 2023 года (рис. 2). Он стал минимальным за весь период наблюдения с 1991 г. и составил 2,9 % [4].

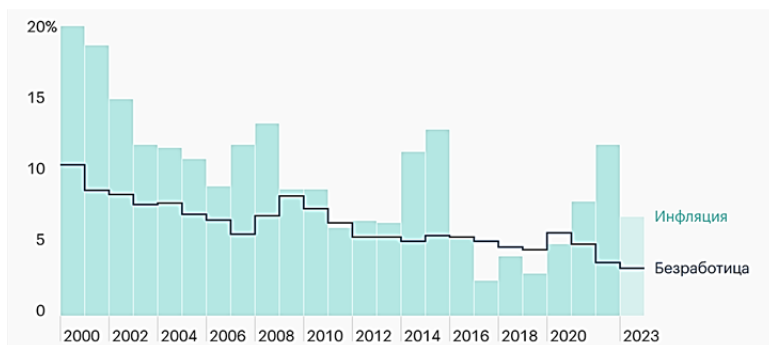


Рис. 1. Уровень безработицы и инфляции в России с 2000 по 2023 г.

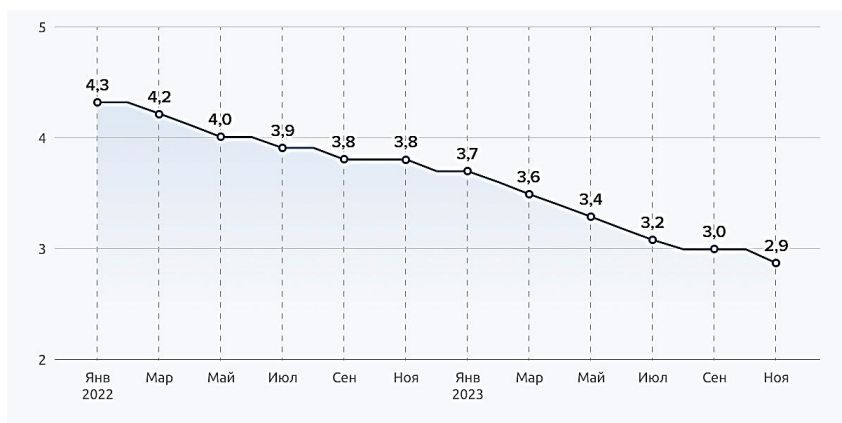


Рис. 2. Статистика безработицы в 2022–2023 гг.

В течение 2024 года наблюдается дефицит рабочей силы [5]. В будущем это может препятствовать ускорению роста и промышленного производства. К тому же кадровый дефицит является еще одним риском для инфляции, так как из-за борьбы за работников предприятия увеличивают заработную плату, которая, в свою очередь, опережает рост производительности труда.

Заработная плата — цена услуг труда [6]. При рассмотрении рынка труда с совершенной конкуренцией, можно предположить, что в случае возникновения конкуренции рыночные силы должны приводить всех работников к одинаковой заработной плате (по крайней мере, для определенного вида деятельности) [6]. Но этого не наблюдается, и заработная плата работников одного и того же вида деятельности различается.

Причинами этого являются [6]:

- неоднородность рабочих, т. е. различие их знаний, навыков, опыта, производительности труда, которая, в свою очередь, зависит от человеческого капитала;

- неоднородность рабочих мест;
- невыполнение условий совершенной конкуренции.

Рост заработной платы показывает повышение спроса на рабочую силу, увеличение уровня жизни и стимулирует потребительские расходы, а снижение заработной платы свидетельствует о замедлении экономического роста, низком спросе на рабочую силу. По данным Росстата, реальная начисленная заработная плата в России в 2023 году выросла на 7,8 % (рис. 3) [7].

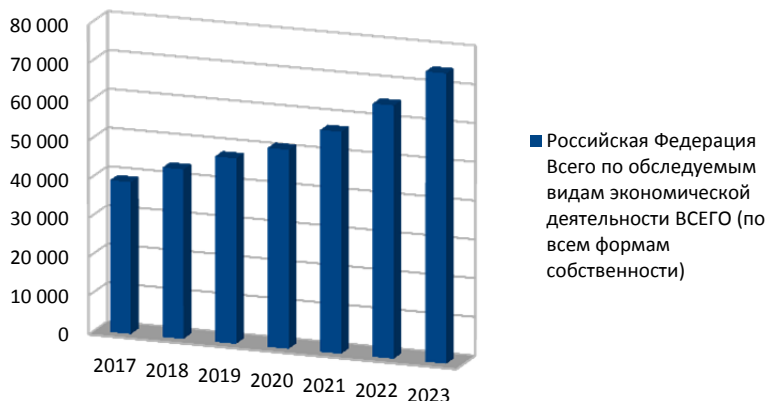


Рис. 3. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата на одного работника по полному кругу организаций за период с 2017 г. по 2023 г.

Производительность труда — это количественный показатель, характеризующий результативность труда. Повышение производительности труда говорит об экономии ресурсов и более рациональном их распределении. Это ведет к росту прибыли предприятий, стимулирует инвестиции и способствует более быстрому экономическому росту. Низкая производительность труда является следствием нетехнологичного оборудования, недостаточной квалификации рабочей силы, производственных потерь, нехватки ресурсов. Низкая производительность снижает конкурентоспособность предприятий, замедляет экономический рост и может привести к потере кадров.

Экономический рост — это увеличение реального объема производства товаров в экономике страны в течение конкретного периода времени.

Рынок труда играет ключевую роль в формировании экономического роста через:

- регулирование движения трудовых ресурсов, т. к. регулирует их избытки, оптимальное размещение и эффективное использование;
- стимулирование более технологичного использования трудовых ресурсов;
- рост производительности труда;
- внедрение новых технологий и инноваций, что способствует увеличению эффективности производства и появлению новых отраслей;
- активную внешнюю торговлю и открытие новых рынков для продукции компаний, что способствует расширению бизнеса.

Перечень факторов, негативно влияющих на рынок труда и экономический рост:

- безработица — снижает потребление, уменьшает инвестиции, приводит к социальной напряженности и замедлению экономического роста;
- низкая производительность труда;
- недостаток квалифицированной рабочей силы.

На 2023–2024 гг. рынок труда в России сталкивается с несколькими значительными вызовами и изменениями.

Экономические санкции и их влияние. В результате международных санкций, введенных против России, экономика страны испытывает давление, что сказывается на рынке труда. Некоторые отрасли, такие как ИТ и высокие технологии, могут испытывать трудности из-за утраты доступа к западным рынкам и технологиям.

Смена структуры занятости. В условиях экономической неопределенности наблюдается изменение в структуре занятости. Увеличивается спрос на рабочие специальности и профессии, связанные с внутренним производством и импортозамещением.

Дефицит квалифицированных кадров. В некоторых секторах существует нехватка квалифицированных специалистов, что может привести к повышению заработных плат и улучшению условий труда для привлечения работников.

Удаленная работа. Пандемия ускорила переход на удаленную работу, и этот тренд продолжает сохраняться. Многие компании адаптировались к гибридным моделям работы, что изменяет требования к работникам и их навыкам.

Миграция рабочей силы. Изменения в миграционной политике и экономической ситуации могут повлиять на приток иностранных работников. Некоторые отрасли, такие как строительство и сельское хозяйство, могут столкнуться с нехваткой рабочей силы.

Социальные программы и поддержка безработных. Государство продолжает внедрять меры поддержки для безработных и программ по обучению и переобучению, чтобы помочь людям адаптироваться к изменениям на рынке труда.

Рост цифровизации. Увеличение цифровизации и автоматизации процессов в различных отраслях требует от работников новых навыков и знаний, что также влияет на требования к образованию и подготовке кадров.

Заключение. Несмотря на рост ряда показателей, в целом, рынок труда в России в 2023–2024 гг. находится в состоянии трансформации под влиянием как внутренних, так и внешних факторов. Приспособление к новым условиям и требованиям стало ключевым как для работодателей и работников, так и для рынка труда в целом.

Литература

- [1] Россия. Экономика. Рынок труда. URL: <https://bigenc.ru/c/rossiia-ekonomika-rynok-truda-f92f51> (дата обращения 12.10.2024).
- [2] Корнейчук Б.В. Экономика. Рынок труда. Москва, Юрайт, 2019.

- [3] *Раздел Росстата. Рынок труда, занятость и заработная плата.* URL: <https://gazprombank.investments/blog/economics/russian-economy-2023/> (дата обращения 12.10.2024).
- [4] *Кадровый голод и рост зарплат: как поменялся рынок труда и что его ждет.* URL: <https://www.rbc.ru/economics/05/01/2024/6589738d9a794798dc106898> (дата обращения 12.10.2024).
- [5] Рощин С.Ю., Разумова Т.О. *Теория рынка труда.* Москва, Теис, 1999, 193 с.
- [6] *Росстат. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата на одного работника по полному кругу организаций с 2017г. (рубль, значение показателя за год)».* URL: <https://77.rosstat.gov.ru/folder/188598> (дата обращения 12.10.2024).
- [7] *Что показывает производительность труда.* URL: <https://journal.tinkoff.ru/guide/productivity/> (дата обращения 12.10.2024).

Analysis of the labor market and its impact on economic growth

Kozlova A. M. kozlovaam1@student.bmstu.ru

Kvashina V.V. kvashina@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The labor market plays a key role in the country's economy. This article includes its analysis, deciphering the basic concepts and definitions directly related to the labor market, namely, the concept of unemployment, wages, labor productivity, and economic growth. The article contains information on key aspects of the country's economy, based on up-to-date statistical data, including information from ROSSTAT. The relationship between the labor market and economic growth is determined, and a list of factors that negatively affect the labor market and economic growth is provided. The changes that appeared in the labor market in 2023–2024 are also being investigated.

Keywords: *labor market, economic growth, unemployment, wages, labor productivity*

УДК 33

Перспективы развития цифровой экономики в России

Чернов Глеб Вадимович

chernovgv1@student.bmstu.ru

Квашина Вера Владимировна

kvashina@bmstu.ru

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

Проанализированы основные направления развития цифровой экономики в России. Это включает в себя введение электронных государственных услуг, развитие электронной коммерции, финансовых технологий, а также цифровизацию образования и здравоохранения. Цифровая трансформация показана как фактор, способствующий повышению производительности и улучшению качества жизни. Также обсуждаются проблемы цифровой экономики, включая нехватку квалифицированных специалистов, киберугрозы и неравномерное развитие инфраструктуры. Подчеркивается важность государственной поддержки и международного сотрудничества для успешной цифровой трансформации в России.

Ключевые слова: цифровая экономика, электронные услуги, финансовые технологии, кибербезопасность

Развитие цифровой экономики имеет большую актуальность в наше время по многим причинам, например улучшение качества жизни, развитие электронной коммерции, обеспечение безопасности и ускорение инноваций. Цифровая экономика — это динамично развивающаяся область, меняющая способы взаимодействия людей и организаций, а также работу рынков и экономик [1]. В России цифровая экономика нужна для повышения продуктивности труда, улучшения качества жизни и укрепления позиций на мировом рынке. Сейчас в России идет активное развитие цифровой экономики: внедряются электронные госуслуги, развиваются финансовые технологии, расширяются возможности для использования технологий и интеграции искусственного интеллекта и автоматизации в главных отраслях.

Развитие цифровой экономики в России имеет потенциал и перспективы в разных областях, основанных на растущих и новых технологиях.

Цифровизация госуслуг. Электронные сервисы способны упростить процесс оформления документов и получения сертификатов, делая взаимодействие между гражданами и правительством более удобным и простым [2].

Развитие электронной коммерции. Электронная коммерция быстро растет и будет развиваться дальше. Это может привести к созданию новых рабочих мест, получению новых налоговых доходов и улучшению уровня жизни.

Цифровые платформы и финансовые технологии. Электронная коммерция и финансовые технологии охватывают больше клиентов и расширяют список услуг, востребованных в офлайн-секторе, включая мобильные платежи, цифровые кошельки и блокчейн. Растет финансовая доступность, осо-

бенно для малого и среднего бизнеса, что повышает экономическую активность и качество жизни [3].

Цифровизация образования и здравоохранения. Онлайн-образование помогает повысить квалификацию и доступность в регионах. В сфере здравоохранения цифровизация ускоряет анализ и улучшает доступ к медицинской помощи в отдаленных районах, снижая смертность и повышая качество жизни.

Развитие цифровой экономики в агросекторе. Развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве открывает новые горизонты для повышения эффективности и продуктивности агросектора. Использование современных решений, таких как анализ данных, дроны и спутниковое наблюдение, помогает фермерам получать точную информацию о состоянии почвы и растений. Это, в свою очередь, позволяет более рационально использовать ресурсы, снижать затраты и увеличивать урожайность. Благодаря этим инновациям, сельское хозяйство становится более устойчивым и адаптированным к современным вызовам.

При этом цифровизация может вызвать некоторые проблемы:

- нехватка квалифицированных специалистов. Рынок труда развивается медленнее, чем технологии, что создает дефицит кадров;
- неравномерное развитие инфраструктуры. В крупных городах уровень цифровой инфраструктуры высок, но в отдаленных районах и республиках процесс замедляется, что создает цифровое неравенство;
- кибербезопасность. С ростом объемов данных и цифровых услуг увеличиваются угрозы кибератак, что требует усиленных мер защиты информации.

Государство играет важную роль. Оно финансирует проекты и инвестиции в инновации, открывая возможности для стартапов и цифровых предпринимателей. Например, программа «Цифровая экономика РФ» нацелена на развитие инфраструктуры и создание правовых условий для ускорения цифровизации [4].

Россия принимает участие в международном сотрудничестве по цифровой трансформации, что дает возможность обмениваться опытом, привлекать инвестиции и адаптироваться к мировым стандартам в цифровой сфере.

Цифровая экономика также оказывает влияние на экологию. С одной стороны, новые технологии способствуют снижению выбросов и переходу на энергосберегающие решения, с другой, увеличивается объем электронных отходов и потребление энергии. Это требует комплексного подхода к вопросам экологической устойчивости.

У России есть большой потенциал в области цифровых технологий. Если все сложится удачно, наша страна сможет занять достойное место среди лидеров мировой экономики. Внедрение цифровых решений позволит повысить производительность труда, оптимизировать государственное управление и создать новые рабочие места. Однако для этого необходимо решить две важные задачи: обеспечить достаточное количество квалифицированных кадров и улучшить инфраструктуру.

Литература

- [1] Авдеева И.Л., Головина Т.А., Парахина Л.В. Цифровая трансформация экономических процессов: возможности и угрозы. *Финансовый бизнес*, 2020, № 1 (204), с. 3–7.
- [2] Конягина М.Н. *Основы цифровой экономики*. Москва, Юрайт, 2024, 235 с.
- [3] Лобанова Н.М., Алтухова Н.Ф. *Эффективность информационных технологий*. Москва, Юрайт, 2024, 237 с.
- [4] *Цифровая экономика*. URL: <https://национальныепроекты.пф/projects/tsifrovaya-ekonomika/> (дата обращения 11.09.2024).

Prospects for the development of the digital economy in Russia

Chernov G.V. chernovgv1@student.bmstu.ru

Kvashina V.V. kvashina@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article analyzes the main directions of development of the digital economy in Russia. This includes the introduction of electronic public services, the development of e-commerce, financial technologies, as well as the digitalization of education and healthcare. Digital transformation is shown as a factor contributing to increased productivity and improved quality of life. The problems of the digital economy are also discussed, including a shortage of qualified specialists, cyber threats and uneven infrastructure development. The importance of state support and international cooperation for successful digital transformation in Russia is emphasized.

Keywords: digital economy, electronic services, financial technologies, cybersecurity

УДК 658.51

Управление новыми технологиями на предприятии (аутсорсинг)

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Храмцов Михаил Алексеевич

khma22km175@student.bmstu.ru

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

Изучена роль производственного аутсорсинга как эффективного инструмента оптимизации затрат и повышения конкурентоспособности предприятий. Производственный аутсорсинг, определяемый как передача отдельных этапов производственного процесса внешним подрядчикам, становится неотъемлемой частью бизнес-стратегий в условиях глобализации и высокой конкуренции. В статье выделены основные виды производственного аутсорсинга, его преимущества и потенциальные риски, такие как потеря контроля над качеством и зависимость от поставщиков.

Ключевые слова: аутсорсинг, производственный аутсорсинг, предприятие, риск, снижение затрат

Аутсорсинг — это практика передачи компанией определенных функций, процессов или задач внешним подрядчикам или специализированным организациям вместо того, чтобы выполнять их собственными силами. Этот подход позволяет компании сосредоточиться на своих ключевых компетенциях, снижая расходы и повышая эффективность.

В соответствии с заявлениями многих поставщиков услуг аутсорсинга внешнему исполнителю могут быть переданы практически любые функции организации. Для России наиболее часто применяемой формой аутсорсинга выступает передача следующих функций: инвентаризация основных средств, товаров и материалов; ведение бухгалтерского учета и расчет налогов; расчет заработной платы сотрудников; управление персоналом; информационные системы и управление базами данных; маркетинговые коммуникации и связи с общественностью; управление проектами от разработки до реализации; вопросы экономической и информационной безопасности; частичное производство; сборка и тестирование; уборка и обслуживание; управление транспортом, его техническое обслуживание и ремонт; услуги офисной печати, управление офисной печатью [1].

Аутсорсинг на промышленных предприятиях стал важным инструментом для повышения эффективности и сокращения затрат. Промышленные компании часто передают на аутсорсинг вспомогательные функции или специализированные задачи, требующие экспертных знаний, чтобы сосредоточиться на своей основной деятельности — производстве. Поэтому подробнее будет рассмотрен производственный аутсорсинг. Производственный аутсорсинг — это передача внешним подрядчикам определенных этапов производственного процесса, в том числе изготовления комплектующих, сборки, упаковки и ло-

гистики. Обычно компании передают на аутсорсинг задачи, требующие специальных знаний, оборудования или высоких затрат на поддержку, что позволяет им сосредоточиться на своих стратегических целях.

Производственный аутсорсинг можно разделить на несколько видов в зависимости от степени и типа передаваемых функций:

- аутсорсинг производства комплектующих: передача отдельных этапов производства, таких как изготовление деталей или компонентов;
- сборка конечного продукта: когда внешняя компания занимается сборкой и тестированием продукции;
- полный производственный цикл: подрядчик выполняет все этапы производства, включая проектирование, изготовление и сборку;
- аутсорсинг упаковки и логистики: упаковка, маркировка и доставка готовой продукции также могут быть переданы сторонним компаниям.

Основная задача аутсорсинга — отделить от предприятия определенные задачи и передать их на аутсорсинг. Чужие ресурсы используются в виде транспортных средств, недвижимости и сотрудников для выполнения своих собственных задач [2]. Использование аутсорсинга в производственных процессах имеет множество преимуществ. Снижение затрат позволяет сократить расходы на оборудование, персонал и обслуживание производственных мощностей. Освобождая ресурсы от второстепенных функций, компания может сосредоточиться на разработке, маркетинге и других стратегически важных направлениях. Гибкость и масштабируемость: возможность увеличения или уменьшения производственных объемов без значительных инвестиций в собственные мощности. Доступ к современным технологиям и квалифицированному персоналу: подрядчики могут располагать более передовым оборудованием и высококвалифицированными специалистами, что повышает качество продукции.

Производственный аутсорсинг сопряжен с определенными рисками. Контроль над производственным процессом частично или полностью передается внешним подрядчикам, что может повлиять на качество продукции. Компания становится зависимой от подрядчика, что может стать проблемой в случае сбоев в поставках или повышения цен. Передача производственных данных подрядчику повышает риск утечки информации о технологиях и ноу-хау. Сложности в координации и коммуникации, особенно если подрядчик находится в другой стране или регионе, возникают трудности в коммуникации и управлении производственным процессом.

Аутсорсинг играет важную роль в развитии инноваций, помогая компаниям эффективно использовать внешние ресурсы для ускорения внедрения новых технологий, проведения исследований и разработок, а также реализации пилотных проектов. Привлекая внешних подрядчиков, компании могут быстрее адаптироваться к изменениям в отрасли, снижать затраты на инновации и получать доступ к специализированным навыкам и технологиям. Компании, особенно те, кто не специализируется в технологической области, часто сталкиваются с ограничениями в доступе к новейшим технологиям

и высококвалифицированным специалистам. Аутсорсинг позволяет преодолеть эти ограничения, привлекая компании или команды, которые обладают специфическими знаниями и технической инфраструктурой. Например, ИТ-аутсорсинг позволяет компаниям использовать облачные технологии, искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и другие передовые решения, не требуя от них значительных капиталовложений на внутреннее развитие этих технологий. ИТ-аутсорсинг вынесен в отдельную группу, т. к. информационные технологии рассматриваются не как бизнес-процесс, а как инфраструктура [3].

Некоторые компании, особенно в фармацевтике, автомобилестроении и высокотехнологичных отраслях, используют аутсорсинг для проведения исследований и разработок, что позволяет им ускорить разработку новых продуктов и технологий. Это особенно важно для компаний, которые не могут содержать дорогостоящие лаборатории и исследовательские центры. Внешние подрядчики в таких случаях помогают проводить тестирование, анализ, моделирование и прототипирование.

Следует отметить, что современные тренды в аутсорсинге направлены на применение ИТ-технологий в бизнес-процессах компаний, что позволяет создавать более гибкие и адаптивные модели работы [4]. Производственный аутсорсинг будет продолжать развиваться благодаря растущему спросу на гибкость и оптимизацию затрат в условиях неопределенности экономики. Большое влияние на будущее этой отрасли окажут новые технологии — автоматизация, интернет вещей и искусственный интеллект, которые позволят подрядчикам еще более эффективно управлять производственными процессами на предприятии. Кроме того, глобальные цепочки поставок будут требовать от компаний разработки более устойчивых и эффективных методов аутсорсинга.

Производственный аутсорсинг — это эффективный инструмент для повышения операционной эффективности и конкурентоспособности компании. В зависимости от особенностей производства и целей компании аутсорсинг может применяться как для отдельных процессов, так и для полного производственного цикла. Ключевыми аспектами успешного аутсорсинга являются правильный выбор подрядчиков, выстраивание эффективных коммуникаций и управление рисками. В условиях растущей глобальной конкуренции и технологического прогресса производственный аутсорсинг станет неотъемлемой частью стратегического управления на многих предприятиях.

Литература

- [1] Гаджиева Е.Ю. Аутсорсинг в ИТ-технологиях. *Научный вестник Южного института менеджмента*, 2018, № 1, с. 35–37.
- [2] Хосонов Д.И., Карытка П.В. Влияние аутсорсинга на конкурентоспособность предприятия. *Journal of Monetary Economics and Management*, 2024, № 2, с. 170–177.
- [3] Кочетков Д.М. Аутсорсинг: глобальные тенденции и российские перспективы. *Устойчивое развитие Российских регионов: экономическая политика в условиях внешних и внут-*

ренных шоков. XII Междунар. науч.-практ. конф.: сб. матер. Екатеринбург, ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2015, с. 148–169.

- [4] Родин О.А. Тенденции развития и перспективы применения аутсорсинговых соглашений. *Экономика и бизнес: теория и практика*, 2023, № 5–3 (99), с. 85–87.

Management of new technologies at the enterprise (outsourcing)

Pererva O.L.

pererva@bmstu.ru

Khramtsov M.A.

khma22km175@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the role of production outsourcing as an effective tool for optimizing costs and increasing the competitiveness of enterprises. Production outsourcing, defined as the transfer of individual stages of the production process to external contractors, is becoming an integral part of business strategies in the context of globalization and high competition. The article highlights the main types of production outsourcing, its advantages and potential risks, such as loss of quality control and dependence on suppliers.

Keywords: *outsourcing, production outsourcing, enterprise, risk, cost reduction*

УДК 65.011

Комплексный подход к анализу и устранению скрытых потерь на производстве

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Новикова Полина Александровна

novikovapa@student.bmstu.ru

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

Рассмотрен комплексный подход к анализу и устранению скрытых потерь на производстве, которые оказывают значительное влияние на эффективность работы предприятия. Представлены методы анализа, такие как картирование потока создания ценности (VSM), систематический мониторинг и контроль производственных процессов, а также методы мотивации и обучения персонала. Описаны инструменты и технологии, способствующие выявлять скрытые потери, и предложен комплексный подход по их устранению, что позволит оптимизировать производственные процессы и повысить общую производительность.

Ключевые слова: комплексный подход, скрытые потери, бережливое производство, эффективность производства

Скрытые потери могут возникать на разных уровнях, затрагивая производственные процессы, энергозатраты, качество продукции и использование ресурсов. Рассмотрим основные виды скрытых потерь, которые могут возникать на производстве.

Перепроизводство. Выпуск продукции сверх необходимого объема или заранее установленного плана. Такая избыточная продукция может стать проблемой, так как занимает место на складе, требует ресурсов для хранения и обслуживания и даже может испортиться или устареть.

Дефекты и переделка. Данный вид скрытых потерь возникает из-за брака, который обнаруживается в процессе производства или после его завершения. Такие потери требуют дополнительного времени и ресурсов на исправление ошибок и доработку продукции, что увеличивает производственные издержки.

Перемещение. Лишние движения персонала, материалов или оборудования в процессе производства. Такие перемещения увеличивают не только общее время выполнения операций, но и создают условия для неэффективной организации рабочего пространства, а также могут вызывать усталость персонала.

Ожидание. Простой оборудования или персонала из-за задержек, вызванных несогласованностью операций или недостаточной организацией процессов. Это приводит к замедлению выпуска продукции, к потере времени.

Излишняя обработка. Выполнение лишних операций, которые не повышают ценность продукта. Это приводит к увеличению затрат на производство определенной продукции.

Запасы. К ним относятся материалы, полуфабрикаты, готовая продукция, которые хранятся на складе и ожидают использования, тем самым они требуют места для хранения и затраты на обслуживание.

Транспортировка. Перемещение сырья и готовой продукции между производственными зонами или участками. Длительная и избыточная транспортировка увеличивает не только время, но и затраты на производство.

Рассмотрим методы, которые позволяют выявить и устранить скрытые потери.

Метод бережливого производства (Lean). Метод бережливого производства широко применяются для устранения потерь, которые связаны с неэффективным использованием ресурсов, избыточными запасами и другими видами «муда», т. е. действий, не добавляющих ценности конечному продукту [1]. В рамках бережливого производства часто используются такие инструменты, как 5S, канбан и картирование потока создания ценности (VSM).

Метод «Шесть сигм». Методология «Шесть сигм» (Six sigma), предложенная для повышения качества продукции и процессов, направлена на уменьшение вариаций и отклонений, приводящих к дефектам и потерям [2]. В основе метода лежит статистический анализ, который позволяет глубже понять процессы и найти скрытые факторы, приводящие к ошибкам.

Статистический анализ данных. Статистический анализ данных лежит в основе многих современных методов управления качеством и выявления скрытых потерь. Он предполагает использование различных статистических методов, таких как контрольные карты, регрессионный анализ и факторный анализ, которые позволяют выявлять отклонения и скрытые закономерности в данных производственных процессов [3].

Предсказательная аналитика и машинное обучение. Прогнозная аналитика, основанная на анализе больших данных, позволяет создавать модели, которые могут прогнозировать выход оборудования из строя, а также выявлять скрытые закономерности в производственных процессах [4]. Это позволяет не только обнаружить существующие потери, но и предотвратить их, делая производственные процессы более устойчивыми.

Цифровые двойники. Цифровые двойники — это любая цифровая модель любых объектов, систем, процессов. Данная цифровая модель представляет собой виртуальные копии производственного оборудования, которые позволяют моделировать и отслеживать состояние реальных объектов в режиме реального времени [5]. Цифровые двойники позволяют анализировать производственные процессы и прогнозировать возможные проблемы, выявляя скрытые потери.

Комплексный подход — это такой подход, при котором предполагается использование нескольких взаимодополняющих методов и инструментов для анализа и устранения скрытых потерь.

Преимущества комплексного подхода:

— данный подход решает проблему комплексно, а не изолированно как другие методы;

- проблема рассматривается с разных точек зрения;
- данный подход объединяет различные методы и инструменты для повышения точности и эффективности.

К недостаткам комплексного подхода можно отнести:

- большие затраты на внедрение и мониторинг;
- нехватку большого объема данных (если данных недостаточно, они отсутствуют или недоступны, то это затрудняет эффективность комплексного подхода);
- снижение оперативности принятия решений для простых задач.

В комплексном подходе выделяем несколько важных этапов, которые направлены на выявление и устранение скрытых потерь на производстве. Обратимся к таблице, в которой прописаны основные этапы использования комплексного подхода, их описание, а также представлены методы и инструменты, которые используются для устранения скрытых потерь на конкретных стадиях.

Основные этапы комплексного подхода

Название этапа	Описание этапа	Методы и инструменты для устранения скрытых потерь
Идентификация потерь и определение цели	Выявление основных видов скрытых потерь в процессе, определение цели	Проведение аудитов, интервью с сотрудниками, анализ процессов с помощью карт потока создания ценности (VSM), диаграммы Исикавы для выявления причинно-следственных связей
Сбор данных и создание базы для анализа	Систематический сбор данных о процессах и потерях, создание базы данных для анализа	ERP-системы, датчики IoT для сбора данных о работе оборудования, BI-системы для анализа данных, журналы учета и отчеты о производительности
Первичного анализа и устранения видимых потерь	Использование Lean-методов для выявления и устранения скрытых потерь	5S для улучшения организации рабочих мест, стандартизации процессов, устранения ненужных этапов процесса, Канбан для управления запасами
Уменьшения дефектов и нестабильности	Применение статистических методов для выявления и устранения дефектов и отклонений в производственном процессе	Методы DMAIC для анализа и улучшения процессов, диаграммы Парето для определения ключевых проблем, FMEA (анализ видов и последствий отказов) для предупреждения дефектов

Окончание таблицы

Название этапа	Описание этапа	Методы и инструменты для устранения скрытых потерь
Статистический анализ данных для обнаружения скрытых тенденций и отклонений	Применение статистических методов для выявления скрытых потерь и долгосрочных отклонений, влияющих на производительность	Регрессионный анализ, корреляционный анализ, диаграммы рассеивания для визуализации данных
Применение предсказательной аналитики и цифровых двойников	Прогнозирование возможных сбоев и потерь на основе собранных данных, что позволяет заранее устранять потенциальные проблемы	Применение машинного обучения, цифровые двойники для моделирования процессов и оборудования, предсказательная аналитика для определения вероятности отказов оборудования
Внедрение системы постоянного мониторинга и обратной связи	Создание системы мониторинга и обратной связи для постоянного контроля устранения скрытых потерь	SCADA-системы, ANDON-системы для мониторинга оборудования, автоматизированные контрольные панели для визуализации данных, KPI-отчеты, аудиты, опросы сотрудников для обратной связи
Оценка результатов и корректировка стратегии	Анализ эффективности предпринятых мер, оценка достижений и внесение необходимых изменений для дальнейшего улучшения процессов	Сравнительный анализ KPI до и после изменений, анализ ROI для оценки экономической эффективности

Таким образом, применяя комплексный подход в производстве, можно не только уменьшить потери на сегодняшний день, но и создать устойчивую регулируемую систему, которая позволит предотвратить возможные будущие потери и сделать предприятие более конкурентоспособным. В долгосрочной перспективе это приведет к улучшению качества выпущенной продукции, уменьшению затрат и более эффективному использованию ресурсов, что чрезвычайно важно для устойчивого роста и успешного развития в условиях рыночных требований.

Литература

- [1] Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Москва, Альпина, 2005, 478 с.
- [2] Джордж М.Л. Бережливая Six Sigma: комбинируя качества Six Sigma со скоростью бережливого производства. Москва, Альпина, 2005, 366 с.

- [3] Montgomery D.C. *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons, 2020, 754 p.
- [4] Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. Massachusetts, MIT, 2016, 800 p.
- [5] Grieves M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. *Transdisciplinary perspectives on complex systems: new findings and approaches*, 2014, pp. 1–7.

An integrated approach to the analysis and elimination of hidden losses in production

Pererva O.L. pererva@bmstu.ru

Novikova P.A. novikovapa@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers an integrated approach to the analysis and elimination of hidden losses in production, which have a significant impact on the efficiency of the enterprise. The tools and methods that help to identify hidden losses are described, and an integrated approach to eliminate them is proposed, which will optimize production processes and increase overall productivity.

Keywords: *integrated approach, hidden losses, lean manufacturing*

УДК 658.5

Влияние блокчейн-технологии на управление цепочками поставок в производстве

Демкин Иван Александрович

demkinia@student.bmstu.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

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

Рассмотрено влияние блокчейн-технологии на управление цепочками поставок в производственном секторе. Блокчейн как децентрализованная база данных предлагает новые возможности для повышения прозрачности, безопасности и эффективности процессов во всех этапах цепочки поставок. Проанализированы ключевые преимущества внедрения блокчейна, такие как улучшение отслеживаемости продукции, снижение рисков мошенничества, оптимизация логистических операций и автоматизация отчетности с помощью смарт-контрактов.

Ключевые слова: блокчейн, блокчейн-платформа, смарт-контракт, транзакция

Цепочка поставок является сложной системой, которая включает в себя множество участников, таких как поставщики, производители, дистрибьюторы, ритейлеры и конечные потребители. Эффективное управление этой цепочкой требует высокой степени прозрачности, надежности и скорости обмена информацией. Блокчейн как способ защищенного хранения и передачи данных в виде цепочки блоков предлагает ряд возможностей для оптимизации процессов и повышения уровня доверия между участниками [1].

Преимущества применения блокчейн-технологии в управлении цепочками поставок.

1. *Прозрачность и отслеживаемость.* Одним из главных преимуществ блокчейна является его способность обеспечивать прозрачность системы. Каждая транзакция записывается в блокчейне, и эта запись доступна для всех участников. Это делает возможным отслеживание движения товаров от производителя до конечного потребителя. Например, в цепочках поставок продуктов питания блокчейн позволяет отслеживать происхождение продуктов, что способствует повышению доверия со стороны потребителей и позволяет быстро реагировать на случаи загрязнения [2].

2. *Устойчивость к фальсификациям.* Блокчейн обеспечивает надежную защиту данных благодаря своей децентрализованной природе и криптографическим методам. Это снижает риск фальсификаций, так как каждый участник не может самостоятельно изменить данные. Фирмы, использующие блокчейн, могут быть уверены в целостности и точности информации о своих поставках.

3. *Улучшение процессов и снижение издержек.* С помощью смарт-контрактов, реализуемых на блокчейн-платформах, компании могут автоматизировать многие процессы, такие как выполнение платежей и подтверждение

доставки. Это снижает зависимость от посредников и минимизирует временные затраты на обработку транзакций. Снижение транзакционных издержек и ускорение процессов могут привести к значительной экономии ресурсов.

Применения блокчейн-технологии.

IBM Food Trust — это платформа, построенная на блокчейне, предназначенная для отслеживания продуктов питания в цепочке поставок. Она позволяет участникам видеть историю товаров на каждом этапе, начиная с фермы и заканчивая полкой магазина. Это способствует повышению безопасности питания и снижению потерь.

Плюсы:

- прозрачность: блокчейн позволяет всем заинтересованным сторонам видеть данные о происхождении продуктов, что помогает повысить доверие потребителей к брендам;

- отслеживаемость: в случае вспышек заболеваний можно быстро и точно идентифицировать источники заражения и отозвать загрязненные продукты;

- снижение потерь: более эффективный мониторинг продукции может помочь минимизировать пищевые отходы и потери в цепочке поставок;

- устойчивость: система может способствовать более устойчивой практике сельского хозяйства за счет более качественного управления ресурсами.

Минусы:

- стоимость внедрения: реализация системы может потребовать значительных инвестиций в технологии и обучение сотрудников;

- сложность адаптации: небольшим компаниям может быть сложно интегрировать платформу в существующие процессы [4];

- конфиденциальность данных: использование блокчейна подразумевает публичность транзакций, что может вызывать опасения у некоторых участников цепочки поставок;

- зависимость от технологии: поломка системы или сбой могут повлечь за собой серьезные проблемы в отслеживаемости товаров.

VeChain — это блокчейн-платформа, направленная на решение проблем, связанных с проверкой аутентичности продуктов и обеспечением их качества. Она используется многими крупными производителями, включая автомобильную и логистическую отрасли, для отслеживания и управления поставками [3].

Плюсы:

- повышение прозрачности: VeChain позволяет отслеживать товары и повышать прозрачность цепочки поставок;

- индивидуальные решения: платформа предлагает гибкие инструменты для бизнеса, что позволяет адаптировать решения под конкретные нужды;

- сильная партнерская сеть: у VeChain есть множество стратегических партнерств с крупными компаниями, что способствует ее признанию на рынке;

- инновационные технологии: использование смарт-контрактов и IoT позволяет улучшить эффективности процессов.

Минусы:

- регулирование: сложности с правовыми и нормативными аспектами блокчейна в разных странах могут ограничивать рост платформы;
- зависимость от крупных клиентов: успех VeChain во многом зависит от крупных партнеров, что может создавать риски при изменении их стратегий;
- технические ограничения: блокчейн может столкнуться с проблемами масштабируемости при увеличении объема транзакций.

Сложности при внедрении блокчейн-технологий. Несмотря на очевидные преимущества, внедрение блокчейн-технологий также сопряжено с рядом вызовов [5]. К ним относятся.

Правовые и регуляторные вопросы. Внедрение блокчейн-технологии на производстве в РФ связано с рядом правовых и регуляторных нюансов. Во-первых, необходимо учитывать нормативные акты, регулирующие цифровые технологии, включая Федеральный закон «О цифровых финансовых активах» и другие законы, касающиеся защиты данных и электронных подписей. Во-вторых, важно проанализировать соответствие блокчейн-решений требованиям безопасности и конфиденциальности, предусмотренным законодательством. Кроме того, предприятия должны учитывать возможные изменения в налоговом законодательстве и правилах бухгалтерского учета, которые могут затронуть учет транзакций в сети блокчейн. Также следует учитывать правовые аспекты взаимодействия с партнерами и контрагентами, включая договорные обязательства и ответственность сторон.

Технические барьеры. Внедрение блокчейн-технологии на производстве в России сталкивается с несколькими техническими барьерами. Во-первых, необходимо обеспечить совместимость существующих информационных систем с новыми блокчейн-решениями, что может потребовать значительных усилий и средств. Во-вторых, масштабируемость блокчейна может стать проблемой при повышении объема данных и количестве операций, так как некоторые протоколы имеют ограничения по производительности. Третьим барьером является проблема безопасности и защиты от хакерских атак, поскольку предприятия должны быть уверены в надежности блокчейн-платформы и их способности защищать данные. Также недостаток квалифицированных специалистов, обладающих опытом работы с блокчейн-технологиями, может замедлить процесс внедрения.

Таким образом, блокчейн-технология представляет собой революционное решение для управления цепочками поставок в производственном секторе. Ее способности обеспечивать прозрачность, надежность и эффективность процессов делают ее ценным инструментом в условиях современного бизнеса. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие и внедрение блокчейн-решений будет способствовать улучшению управления цепочками поставок и повышению общей эффективности производства.

Литература

- [1] Nakamoto S. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. URL: <https://cdn.nakamotoinstitute.org/docs/bitcoin.pdf> (accessed October 15, 2024).
- [2] Tapscott D., Tapscott A. *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. New York, Penguin Random House LLC, 2016.
- [3] Mougayar W. *The business blockchain: promise, practice, and the application of the next internet*. John Wiley & Sons Limited, 2016, 211 p.
- [4] Hofmann E., Bosshart M. Blockchain in logistics and supply chain: A current state and future trends. *Logistics*, 2017, vol. 1 (1), 2 p.
- [5] Treiblmaier H. The impact of blockchain on supply chain management. *Journal of Business Research*, 2018, vol. 98, pp. 212–220.

The Impact of blockchain technology on supply chain management in manufacturing

Demkin I.A. demkinia@student.bmstu.ru

Pererva O.L. pererva@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article examines the impact of blockchain technology on supply chain management in the manufacturing sector. Blockchain, as a decentralized database, offers new opportunities to improve transparency, security, and efficiency of processes at all stages of the supply chain. The article analyzes the key benefits of blockchain implementation, such as improved product traceability, reduced fraud risks, optimized logistics operations, and automated reporting using smart contracts.

Keywords: *blockchain, blockchain platform, smart contract, transaction*

УДК 658.512

Гибкие производственные системы, путь адаптации к быстроменяющимся условиям рынка

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Теплый Юрий Андреевич

teplyyyua@student.bmstu.ru

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

Рассмотрена концепция гибких производственных систем (ГПС). Подчеркнута их важность и ключевая роль в обеспечении высокой адаптивности предприятия к постоянно меняющимся и динамичным условиям современного рынка. Основное внимание уделено положительным и негативным сторонам гибких производственных систем. Рассмотрены некоторые различные факторы, влияющие на динамику рынка, которые решаются с помощью гибких производственных систем. Также проанализированы перспективные тенденции для развития предприятия с помощью гибких производственных систем.

Ключевые слова: гибкие производственные системы, адаптивность, предприятие, стратегия

Продукция машиностроительного и приборостроительного производств характеризуется динамичными обновлениями и постоянным расширением номенклатуры выпускаемых изделий, что подводит к мысли о создании адаптивной системы производства, или же создании гибких производственных систем. Современному производству необходимо все время подстраиваться под быстроменяющийся мир, адаптироваться к новым условиям рынка. Нынешнее положение науки и техники привело к появлению такого оборудования, которое обладает способностью быстро и с минимальными затратами переналаживаться с одной технологической операции на другую, динамичными обновлениями максимально сокращать число сотрудников основного и вспомогательных производств.

Гибкая производственная система (ГПС) — управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, представляющую собой интегрированную систему производства, характеризующуюся способностью быстро и эффективно адаптироваться к изменениям в ассортименте продукции, объемах производства, технологиях [1].

ГПС можно характеризовать по следующим основным признакам: производительность; степень автоматизации, гибкость, эффективность, уровень интеграции

Внедрение ГПС предоставляет предприятиям некоторые важные преимущества, например:

- увеличение оперативности: возможность быстрого изменения производственных линий в соответствии с новыми требованиями рынка;

- снижение издержек: оптимизация производственных процессов и снижение затрат на переналадку оборудования;
- повышение качества продукции: стандартизация процессов и использование передовых технологий способствуют улучшению качества продукции;
- увеличение гибкости в управлении запасами: способность быстро реагировать на изменения спроса позволяет эффективно управлять запасами сырья и готовой продукции.

В нынешней ситуации на рынке внедрение ГПС является одним из верных решений в преодолении нежелательных последствий спада, а также получения преимущества перед конкурентами во время положительной динамики [2]. Это вызвано из-за подверженности рынка к постоянным изменениям по различным факторам, например:

- изменение потребительских предпочтений;
- экономические колебания;
- технологические инновации.

Каждый из факторов требует реакции, а также незамедлительных действий в изменениях в производственной стратегии предприятия.

Несмотря на очевидные преимущества внедрения ГПС, оно сопряжено с рядом внушительных проблем:

- существенные первоначальные инвестиции: закупка многофункционального оборудования и внедрение современного оборудования для обработки информации (информационные системы) требуют значительных финансовых ресурсов;
- сопротивление изменениям: трудности внедрения новой системы в связи с социальным фактором, сотрудники могут не согласиться с новым методом работы;
- необходимость постоянного обучения: для поддержания гибкости необходимы регулярные обучения, чтобы повышать квалификацию персонала;
- сложности в интеграции систем: интеграция нового оборудования с уже существующими системами может быть технически сложной, затратно материально, затратной по времени.

Рассматривая перечисленные преимущества и недостатки внедрения гибких производственных систем, отрасль продолжает развиваться и может внедрять инновации цифровизации. В условиях динамичного рынка и стремительного развития технологий формируются новые тенденции развития, которые направлены на будущие совершенствования и адаптацию производственных процессов [3]. Приведем в пример некоторые перспективные направления развития ГПС:

- искусственный интеллект и машинное обучение: применение ИИ для оптимизации производственных процессов и предиктивного обслуживания оборудования;
- аддитивные технологии (3D-печать): использование 3D-печати для быстрого создания прототипов и производства небольших серий изделий.

Внедрение ГПС способствует повышению конкурентоспособности, снижению издержек и улучшению качества продукции. Несмотря на существующие сложности, перспективы развития гибких производственных систем выглядят многообещающе благодаря интеграции современных информационных технологий и инновационных производственных методов [4]. Для успешной реализации ГПС предприятиям необходимо инвестировать в технологии, развивать навыки персонала и активно внедрять стратегии гибкости. Гибкие производственные системы, могут позволить предприятиям эффективно адаптироваться к быстроменяющимся условиям рынка.

Литература

- [1] Козырев Ю.Г. *Гибкие производственные системы. Справочник*. Москва, КноРус, 2022, 364 с.
- [2] Шестакова Е.В., Ситжанова А.М., Прытков Р.М. *Развитие промышленных предприятий на основе гибких технологий управления*. Москва, Первое экономическое издательство, 2021, 128 с.
- [3] Выжигин А.Ю. *Гибкие производственные системы*. Москва, Машиностроение, 2023, 288 с.
- [4] Булавко О.А., Туктарова Л.Р. Развитие гибких производственных систем в условиях нового технологического уклада. *Бизнес. Образование. Право*, 2021, № 2 (55), с. 39–43. <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2021.55.207>

Flexible manufacturing systems: a path of adaptation to rapidly changing market conditions

Pererva O.L.

pererva@bmstu.ru

Tepliy Y.A.

teplyyyua@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the concept of Flexible Manufacturing Systems (FMS), emphasizing their importance and key role in ensuring a high level of adaptability for enterprises in the constantly changing and dynamic conditions of the modern market. The primary focus is on the positive and negative aspects of Flexible Manufacturing Systems. Various factors influencing market dynamics, which are addressed through the use of Flexible Manufacturing Systems, are discussed. Additionally, the article analyzes prospective trends for the development of enterprises using Flexible Manufacturing Systems.

Keywords: flexible manufacturing systems, adaptability, enterprise, strategy

УДК 004.896

Влияние искусственного интеллекта на развитие предприятий: перспективы и возможности

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

Шутка Сергей Сергеевич

shss22km187@student.bmstu.ru

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

В последние десятилетия искусственный интеллект (ИИ) стал одной из ключевых технологий, способных трансформировать различные сферы деятельности человека. Быстрый прогресс в области машинного обучения, обработки больших данных и нейронных сетей значительно расширил возможности ИИ, позволяя ему выполнять все более сложные задачи. Особое внимание хочется уделить его влиянию на развитие предприятий, где ИИ открывает новые перспективы, способствует повышению эффективности операций, улучшению качества продукции и услуг, а также укреплению конкурентоспособности компаний на рынке. Благодаря ИИ предприятия могут оптимизировать бизнес-процессы, снижать издержки, ускорять принятие решений и адаптироваться к быстро меняющимся условиям, что является важным фактором устойчивого роста и успеха в современной экономике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, конкурентоспособность, инновации

Искусственный интеллект: определение и ключевые технологии. Искусственный интеллект (ИИ) — это отдельное направление компьютерных наук, которое разрабатывает системы, анализирующие информацию и решающие задачи аналогично тому, как это делает человек. Ключевыми технологиями ИИ являются машинное обучение, нейронные сети, обработка больших данных и робототехника.

Также одним из подмножеств ИИ является машинное обучение (ML). ML позволяет автоматам самостоятельно улучшать свои показатели на основе опыта без явного программирования. Это достигается путем анализа больших объемов данных и выявления закономерностей. Также стоит отметить, что нейронные сети, вдохновленные строением человеческого мозга, используются для обработки и анализа сложных данных.

Влияние ИИ на бизнес-процессы предприятий. Нейросети оказывают значительное воздействие на бизнес-процессы, начиная от изготовления продукции и заканчивая маркетингом и обслуживанием клиентов.

По информации Национального центра развития искусственного интеллекта при правительстве РФ (НЦРИИ), текущий средний уровень использования ИИ с 2021 года вырос в 1,5 раза, и сейчас в приоритетных отраслях он составляет 32 % [1].

Внедрение нейросетей в повседневные производственные процессы позволяет автоматизировать задачи, повышая производительность и снижая из-

держки. Оснащенные им роботы, способны адаптироваться к изменениям в производственной среде и выполнять сложные операции с высокой точностью [2].

Также искусственный интеллект помогает оптимизировать управление цепочками поставок путем прогнозирования спроса, управления запасами и повышения эффективности логистики. Это снижает издержки и повышает удовлетворенность клиентов.

Использование ИИ в маркетинге позволяет анализировать поведение потребителей и предсказывать их потребности, что способствует созданию персонализированных предложений и улучшению клиентского опыта.

Перспективы развития ИИ в предприятиях. Перспективы использования ИИ в бизнесе многочисленны и разнообразны. По статистике, в ключевых отраслях на лидирующую позицию по популярности среди технологий ИИ в прошлом году вышла интеллектуальная поддержка принятия решений — ее применяют 71 % организаций, использующих «умные» технологии [1].

Искусственный интеллект способствует созданию инновационных продуктов и услуг, которые ранее были невозможны. Например, интеллектуальные ассистенты и системы рекомендаций становятся неотъемлемой частью потребительской электроники и онлайн-сервисов.

Предприятия, применяющие ИИ в своей деятельности, могут рассчитывать на помощь государства. С 2021 года по федеральному проекту «Искусственный интеллект» гранты в размере от 20 до 100 млн руб. выдаются на пилотную реализацию проектов с ИИ в промышленности. Такой поддержкой воспользовался завод «Инком», выпускающий жгуты для промышленности. Компания получила грант на реализацию пилотного проекта по внедрению интеллектуальной системы адаптивного управления производством [3].

Компании, активно внедряющие искусственный интеллект, получают конкурентные преимущества за счет повышения эффективности, снижения издержек и улучшения качества продукции и услуг.

Возможности и трудности внедрения ИИ в предприятиях. Разработка и внедрение ИИ-систем требуют значительных финансовых вложений и наличия высококвалифицированных специалистов. Это может стать препятствием для малых и средних предприятий. Также это потребует изменений в организационной культуре и бизнес-процессах. Успешная интеграция искусственного интеллекта зависит от способности компании адаптироваться к новым технологиям и обучать сотрудников [4].

Заключение. Искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент, способный существенно изменить развитие предприятий. Он открывает новые перспективы для развития бизнеса, инноваций и конкурентоспособности. Однако использование ИИ сопряжено с рядом трудностей, требующих внимания и решения. Чтобы ИИ был эффективно интегрирован в бизнес, необходимы стратегическое планирование, инвестиции в технологии и обучение персонала, а также внимание к социальным аспектам применения ИИ.

Литература

- [1] *Индекс интеллектуальной зрелости отраслей экономики, секторов социальной сферы и системы государственного управления Российской Федерации*. URL: <https://ai.gov.ru/upload/iblock/75e/01bk924yaw7ba15n1v413oz0z94vo79j.pdf> (дата обращения 15.11.2024).
- [2] Autor D. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 2015, vol. 29 (3), pp. 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
- [3] *Министерство экономического развития Российской Федерации*. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/skolko_v_podderzhit_proekty_po_vnedreniyu_ii_v_2023_godu_bolee_chem_na_900_mln_rublei.html (дата обращения 15.11.2024).
- [4] Kotter J.P. *Leading change*. Boston, Harvard Business Review Press, 1996, 220 p.

The impact of artificial intelligence on the development of enterprises: prospects and opportunities

Pererva O.L.

pererva@bmstu.ru

Shutka S.S.

shss22km187@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In recent decades, artificial intelligence (AI) has become one of the key technologies capable of transforming various spheres of human activity. Rapid progress in machine learning, big data processing and neural networks has greatly expanded the capabilities of AI, allowing it to perform increasingly complex tasks. I would like to pay special attention to its impact on the development of enterprises, where AI opens up new prospects, improves the efficiency of operations, improves the quality of products and services, and strengthens the competitiveness of companies in the market. Thanks to AI, enterprises can optimize business processes, reduce costs, accelerate decision-making and adapt to rapidly changing conditions, which is an important factor for sustainable growth and success in the modern economy.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, competitiveness, innovation

УДК 331.103.226

Инновационное управление персоналом: ключ к успеху предприятия

Нехай Анастасия Андреевна

nekhayaa@student.bmstu.ru

Иконникова Ирина Викторовна

iv_ikonnikova@bmstu.ru

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

Статья посвящена анализу влияния внедрения инновационных подходов к управлению персоналом на эффективность работы предприятий. Рассмотрены основные направления, в которых инновации могут существенно изменить процессы управления, повышая продуктивность, уровень вовлеченности сотрудников и конкурентоспособность организации. Актуальность темы обусловлена необходимостью адаптации организаций к новым вызовам, связанным с технологическими изменениями, глобализацией и растущими ожиданиями со стороны сотрудников.

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, инновационное развитие, цифровые технологии, развитие персонала

В современных условиях успешность и эффективность предприятия напрямую зависит от созданной системы управления персоналом и использования новых технологий. Даже небольшое отставание в этой области может привести к крупным потерям в ближайшем будущем. Внедрение инновационного управления персоналом на предприятии обусловлено необходимостью адаптации к стремительным изменениям в экономической среде и технологическом прогрессе.

В условиях современного рынка труда успешность предприятия во многом зависит от ее способности привлекать и удерживать квалифицированных сотрудников. Инновационное управление персоналом (ИУП) представляет собой подход, который фокусируется на использовании новых методов, технологий и инструментов для повышения эффективности управления человеческими ресурсами. В данном контексте важным становится вопрос, каким образом внедрение ИУП влияет на общие показатели деятельности предприятия.

Инновационное управление персоналом включает в себя использование передовых методов и технологий. Цели внедрения ИУП заключаются в повышении общей производительности труда, увеличении уровня удовлетворенности сотрудников, улучшении качества обслуживания клиентов и оптимизации процессов управления кадрами.

Ключевые компоненты инновационного управления персоналом включают подбор и оценку персонала с использованием современных аналитических инструментов, таких как HR-аналитика, что позволяет учитывать как профессиональные навыки, так и личностные качества кандидатов для формирования более эффективных команд; обучение и развитие сотрудников

с применением дистанционных технологий и онлайн-курсов, что обеспечивает гибкость и повышает вовлеченность; мотивацию и компенсацию, которые предполагают сочетание финансовых стимулов с нематериальными мерами, такими как признание заслуг и возможности карьерного роста, что создает положительный климат в компании; а также организационную культуру и вовлеченность, которые способствуют свободному обмену идеями и повышению удовлетворенности и производительности сотрудников за счет их активного участия в процессе принятия решений [1].

Современные тенденции в инновационном управлении персоналом включают использование искусственного интеллекта и больших данных для автоматизации рутинных процессов и анализа эффективности сотрудников, внедрение гибких форм занятости, таких как удаленная работа и гибкий график, что позволяет привлекать таланты из разных географических мест, а также акцент на благополучии сотрудников, что подразумевает создание комфортной рабочей среды через программы поддержки физического и психологического здоровья [2].

Согласно общепризнанной теории Н. Кондратьева, в мировой экономике наблюдается начало шестого технологического уклада. Его ядром, как еще несколько лет назад предсказывал М. Хироока, стали компьютерные технологии, нанотехнологии, биотехнологии, мультимедиа, в т. ч. глобальные интеллектуальные информационные сети [3].

Как показывает практика, цифровизация и автоматизация рабочего процесса создает на предприятиях ограничения, связанные с неготовностью менять привычный строй, реагируя и управляя характерными изменениями. В 2020 г. на «Деловом завтраке» специалисты Сбербанка отмечали, что «...проблема, мимо которой не готовы пройти ни миллиардеры, ни бедные, — это цифровая революция. Ее блага очевидны. Труд стал более эффективным, а скорость получения информации растет. Инновации и цифровые технологии стали напрямую влиять на образ жизни человека, на его профессиональные стратегии. Не всегда в лучшую сторону. Человеческий мозг не успевает за потоком информации и это создает проблемы для всех» [4].

Таким образом, быстрое развитие технологий, несущих в себе изменения в кадровой политике, помогает предприятиям открыть перспективы в развитии, но на определенном этапе компания может нести большие риски.

Основные риски при внедрении инновационного управления включают потенциальное сопротивление сотрудников к изменениям, что может приводить к низкой вовлеченности, снижению производительности и увеличению текучести кадров, а также финансовые риски, связанные с затратами на внедрение новых технологий и процессов.

Инновации часто требуют значительных финансовых вложений, при этом возврат на инвестиции (ROI) может быть непредсказуемым [5]. Финансовые риски могут проявляться в виде переоценки затрат на внедрение, неправильных оценок прибыльности инновационных проектов и потерь при неудачном внедрении, тогда как технологические риски связаны с непра-

вильно выбранными технологиями, неэффективной интеграцией новых систем и нехваткой квалифицированных специалистов для их эксплуатации.

Рыночные риски могут заключаться в том, что непредсказуемость рынка приведет к невостребованности внедренных инноваций из-за ошибок в прогнозировании потребительского спроса, изменений в конкурентном ландшафте и негативных реакций потребителей на новые продукты или услуги.

Для успешного внедрения инновационного менеджмента необходимо разработать стратегии минимизации рисков, такие как активное вовлечение сотрудников для создания открытой к изменениям культуры, тщательное бюджетирование и прогнозирование для снижения финансовых рисков, поэтапное внедрение изменений для оценки эффективности на каждом этапе и регулярный анализ рынка и потребительских предпочтений для адаптации продукции к меняющимся условиям.

Таким образом, инновационное развитие и управление персоналом является неотъемлемой частью стратегии роста и устойчивости любой компании. В условиях быстрого изменения технологий и требований рынка, способность сотрудников адаптироваться и развиваться становится важнейшим фактором успеха. Инвестирование в таланты и создание условий для их креативности и саморазвития не только укрепляет компанию, но и способствует ее долговременной конкурентоспособности [6].

Литература

- [1] Болдырев А.Б. *Инновационное развитие организаций: теории и практики*. Москва, Научный мир, 2019, 31 с.
- [2] Гребенников А.А., Филиппова Е.В. *Управление человеческими ресурсами в условиях инновационной экономики*. Санкт-Петербург, Питер, 2020, с. 43–45.
- [3] Котляров В.А. Развитие персонала как ключевой элемент стратегии инновационного менеджмента. *Управление персоналом*, 2021, с. 45–46. — номер журнала?
- [4] Куликов С.В. Тренды и инновации в обучении персонала: от теории к практике. *Человеческие ресурсы*, 2021, с. 67–75. — номер журнала?
- [5] Лебедев А.И., Смирнова Т.М. *Инновации в сфере управления талантами: современный подход*. Москва, Дело, 2023, 52 с.
- [6] Мартынов И.П. Кадровая политика и инновационное развитие организации: взаимосвязь и влияние. *Экономика и управление*, 2022, с. 22–28. в этом журнале в 2022 году нет такой статьи, уточните выходные данные

Innovative personnel management: the key to the success of the enterprise

Ikonnikova I.V.

iv_ikonnikova@bmstu.ru

Nekhai A.A.

nekhayaa@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article is devoted to the analysis of the impact of the introduction of innovative approaches to personnel management on the efficiency of enterprises. The main directions in which innovations can significantly change management processes, increasing productivity, employee engagement and competitiveness of the organization are considered. The relevance of the topic is due to the need for organizations to adapt to new challenges related to technological changes, globalization and growing expectations on the part of employees.

Keywords: *innovation, innovative activity, innovative development, digital technologies, personnel development*

УДК 338.2

Совершенствование системы государственного регулирования процедур банкротства

Размахов Илья Вадимович

ilrazmaxow@yandex.ru

Перерва Ольга Леонидовна

pererva@bmstu.ru

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

Рассмотрены вопросы совершенствования государственного регулирования процедур банкротства хозяйствующих субъектов, которое заключается в принятии соответствующих правовых, экономических и иных методов регулирования как ликвидационных, так и реабилитационных процедур банкротства в целях обоснования управленческих решений в отношении повышения эффективности действующего в Российской Федерации института банкротства и повышения на той основе эффективности национальной экономики.

Ключевые слова: банкротство, государственное регулирование, система, эффективность

Несостоятельность (банкротство) хозяйствующих субъектов является объективной составляющей рыночной экономики и инструментом как ликвидации неэффективных предприятий и организаций, так и создания условий для восстановления их платежеспособности, финансового оздоровления и сохранения бизнеса. Кроме того, банкротство выполняет как правовую функцию защиты прав кредиторов, так и экономическую — повышение эффективности функционирования национальной экономики.

Основные правила и алгоритмы проведения процедур банкротства хозяйствующих субъектов, их финансового оздоровления и своевременного предупреждения банкротства разрабатываются государством путем принятия соответствующих правовых, экономических и иных методов регулирования как ликвидационных, так и реабилитационных процедур банкротства [1]. Эффективность и результативность государственного регулирования банкротства оказывает существенное влияние на эффективность экономики в целом.

Задача разработки эффективного механизма государственного регулирования банкротства является комплексной, так как она предполагает решение следующих проблем.

1. Необходимо, в первую очередь, создать условия для предупреждения банкротства, предоставление времени на то, чтобы разобраться с ситуацией и благополучно из кризиса выйти. В этой связи стоит задача — усилить реабилитационную составляющую процедур банкротства, направленную на сохранение бизнеса должника, так как зачастую причиной неплатежеспособности и банкротства многих хозяйствующих субъектов является неэффективный менеджмент, принятие ошибочных управленческих решений, а неэффективность самого бизнеса [2].

2. Необходимо создать условия для защиты интересов хозяйствующих субъектов — кредиторов (в т. ч. государства) в случае неплатежеспособности должника-организации, в том числе на основе разработки соответствующего методического обеспечения по своевременной диагностике неплатежеспособности и нарастании кризисной ситуации в организации, усилении ответственности руководителей и собственников должника в появлении и неприятии своевременных мер по предотвращению кризисной ситуации [3].

3. Требуется обеспечить защиту также интересов бизнеса должника-организации и его собственников, в т. ч. государства от недобросовестных действий участников процедур банкротства, т. е. не допустить так называемого преднамеренного и фиктивного банкротства.

При обосновании направлений совершенствования государственного регулирования процедур банкротства необходимо учитывать проблему оценки эффективности и результативности процедур банкротства как критерия обоснования решений.

Необходима разработка системы критериев эффективности проведения процедур банкротства, так как критерии будут различаться как для различных процедур банкротства, так и для различных участников дела о банкротстве.

Например, для кредиторов в ликвидационной процедуре банкротства (конкурсном производстве) основным критерием эффективности будет процент удовлетворения требований кредиторов, включенных в реестр, для трудового коллектива и государства (территории) — сохранение бизнеса должника, сохранение рабочих мест, поступление налоговых платежей и страховых взносов в бюджеты и внебюджетные фонды на основе продажи имущественного комплекса должника или проведения процедуры замещения активов и замены на этой основе неэффективного собственника.

В реабилитационных процедурах банкротства (финансового оздоровления или внешнего управления) критерий эффективности — восстановление платежеспособности должника, сохранение его бизнеса при минимальных, контролируемых участниками процесса, затратах на проведение процедуры.

Для оценки эффективности направлений государственного регулирования процедур банкротства в ликвидационных процедурах принимается критерий максимального удовлетворения требований кредиторов, включенных в реестр, для реабилитационных процедур — восстановление платежеспособности должника, сохранение его бизнеса при минимальных затратах на проведение процедуры.

Результативность проведения процедур банкротства рекомендуется оценивать следующими показателями:

- средняя продолжительность проведения процедур;
- общие внеочередные расходы по проведения процедуры, включая расходы на оплату услуг арбитражного управляющего и привлеченных им лиц, проведение оценки имущества предприятия, на публикации сведений о банкротстве и др.;

– соотношение ликвидационных и реабилитационных процедур банкротства;

– удельный вес отсутствующих должников и др.

С точки зрения системного подхода к совершенствованию государственного регулирования процедур банкротства различают следующие направления.

1. Нормативно-правовое, которое заключается в разработке и постоянном совершенствовании комплекта нормативно-законодательных документов, регламентирующих проведение всех процедур банкротства должника, создание правовой основы для осуществления процедур банкротства и своевременного антикризисного регулирования (вывода предприятия-должника из состояния банкротства), мониторинга финансового состояния предприятия при проведении анализа с целью обоснования введения определенной процедуры банкротства, проведение анализа и подготовки заключений о наличии признаков фиктивного или преднамеренного банкротства и др.). Это основное направление совершенствования.

2. Методическое, направленное на совершенствование методических аспектов проведения процедур банкротства.

3. Программно-информационное, предполагающее разработку и постоянное совершенствование программно-информационной основы эффективного проведения процедур банкротства. Размещение необходимой информации в ЕФРСБ (едином федеральном реестре сведений о банкротстве), применение современных информационных технологий и программных продуктов в сфере банкротства, позволяющих максимально автоматизировать процесс проведения процедур банкротства и повысить их эффективность, учет и анализ платежеспособности крупных, а также экономически и социально значимых предприятий для своевременной разработки управленческих решений антикризисного характера и предотвращения их банкротства.

4. Финансово-экономическое и административное — разработка и практическое применение эффективных инструментов, форм и методов осуществления процедур банкротства [4].

5. Организационное, предполагающее организационного участия всех лиц, участвующих в деле о банкротстве.

6. Социальное, предполагающее создание условия для решения социальных вопросов, связанных с работниками ликвидируемых в ходе банкротства предприятий, в том числе организации их трудоустройства, своевременного и полного погашения задолженности по заработной плате, выплате пособий и т. п.

7. Кадровое — повышение квалификации и уровня профессиональной компетентности арбитражных управляющих и специалистов в области антикризисного управления, в том числе разработка программ подготовки и переподготовки арбитражных управляющих и т. п.

Литература

- [1] *О несостоятельности (банкротстве)*. Федеральный закон от 26 октября 2003 г. № 127-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39331/?ysclid=m39kg5hwfj191704820 (дата обращения 01.11.2024).
- [2] Лаврухина Н.В., Размахов И.В. Становление и развитие института саморегулирования арбитражной деятельности. *Инновационные научные исследования*, 2022, № 12–1 (24), с. 84–92.
- [3] Размахов И.В., Перерва О.Л. Проектный подход к организации антикризисного управления предприятием. *Управленческий учет*, 2023, № 12, с. 231–236.
- [4] Размахов И.В., Перерва О.Л. Разработка ситуационной проектно-целевой системы антикризисного управления реабилитационной направленности. *Управленческий учет*, 2024, № 6, с. 79–85.

Improving the system of state regulation of bankruptcy procedures

Razmakhov I.V. il.razmaxow@yandex.ru

Pererva O.L. pererva@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The issues of improving state regulation of bankruptcy procedures of business entities are considered, which consists in adopting appropriate legal, economic and other methods of regulating both liquidation and rehabilitation bankruptcy procedures in order to justify management decisions regarding improving the effectiveness of the bankruptcy institute operating in the Russian Federation and increasing the efficiency of the national economy on that basis.

Keywords: *bankruptcy, government regulation, system, efficiency*

***Секция 17. Общественно -
политические и философские
вопросы развития общества***

УДК 316.6

Проблема отцов и детей в современном обществе

Иову Дмитрий Андреевич

ida21ki116@student.bmstu.ru

Чернышева Татьяна Евгеньевна

chernyshevate@bmstu.ru

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

Проанализирована проблема взаимоотношений между отцами и детьми в современном обществе, выделяя столкновение поколений и изменение семейных устоев. Отмечено влияние интернета и социальных сетей, создающие новые проблемы межпоколенного общения. Обращено внимание на то, что процесс глобализации оказывает влияние на изменение ценностей детей, что усугубляет межпоколенный конфликт. С изменением семейных структур, в частности с увеличением разводов, проблемы отцов и детей также усугубляется. Подчеркнута необходимость постоянного внимания и поиска новых решений для улучшения отношений между отцами и детьми.

Ключевые слова: отцы, дети, конфликт, столкновение поколений, семейные отношения, взаимопонимание

Проблема отцов и детей — это тема, которая волнует человечество на протяжении многих веков. В каждом поколении возникают свои противоречия и конфликты, связанные с разницей в возрасте.

Столкновение поколений — это столкновение разных систем ценностей, взглядов на мир, жизненных укладов. В.Т. Лисовский описывает проведенные им социологические исследования на примере советского и российского общества. Он раскрывает причины конфликтов, указывает на суть проблемы — резкий надлом в преемственности поколений, вызванный переходом из одного состояния (советского периода) в другое (современное) и социально-экономическим кризисом [1].

Технологический прогресс, переосмысление ценностей и глобализация вносят свои коррективы в отношения между поколениями, создавая как новые возможности, так и вызовы.

Интернет и мессенджеры заменяют живое общение, новые идеалы бросают вызов устоям прошлого, а миграционные потоки размывают границы семейных устоев.

Как же трансформируется «проблема отцов и детей» в эпоху перемен? Какие формы принимает межпоколенческий диалог [2]. Как сохранить традиционные ценности в эпоху глобализации? Ответы на эти вопросы — ключ к построению гармоничного общества, где юность и зрелость не враждуют, а дополняют друг друга.

Интернет и социальные сети за последние десятилетия кардинально изменили способы коммуникации между людьми [3]. Это влияние особенно ярко проявляется в отношениях между поколениями.

Одним из ключевых факторов, обуславливающих конфликт поколений, является изменение ценностей. «Отцы», выросшие в период СССР или постсоветского пространства, ценят стабильность, трудолюбие, коллективизм и патриотизм. Для них важна стабильная работа, крепкая семья и верность своим идеалам.

«Дети», рожденные в эпоху глобализации и информационных технологий, исповедуют другие ценности. Индивидуализм, самореализация, свобода и инклюзивность — вот их взгляды. Для них важно найти работу, которая им нравится, реализовать свой потенциал и жить в соответствии со своими убеждениями.

Эти ценностные различия часто приводят к столкновению взглядов. «Отцы» не понимают стремления «детей» к самовыражению и переменам, а «дети» раздражает консерватизм и нравоучения «отцов».

Разные взгляды отцов и детей проявляются в различных сферах жизни.

Выборе профессии: «отцы» советуют детям выбрать «стабильную» профессию — врача, юриста, инженера. «Дети» хотят заниматься тем, что им по душе, даже если это не приносит большой прибыли.

Отношении к семье: «отцы» ратуют за традиционные семейные ценности: брак, дети, домохозяйство. «Дети» не спешат создавать семьи, предпочитая свободные отношения и карьерный рост.

Использовании технологий: «отцы» с осторожностью относятся к новым технологиям. «Дети» легко адаптируются к ним и активно используют их в своей жизни.

В современном мире одним из ключевых факторов, трансформирующих конфликт «отцов» и «детей», является глобализация. Она стирает границы между странами, культурами и людьми, создавая новые возможности и стирая старые устои.

Современное поколение, выросшее в условиях глобализации, становится все более независимым и самостоятельным. Глобализация способствует росту индивидуализма, поскольку люди имеют доступ к широкому спектру информации и культурных влияний, что позволяет им формировать собственное мировоззрение и ценности. Традиционные общественные ожидания и нормы становятся менее строгими, и современные молодые люди чаще принимают решения, основанные на личных убеждениях и целях, а не на традиционных обычаях.

Глобализация может привести к потере культурной идентичности, если люди будут слепо копировать ценности других стран.

Семейные структуры и роли являются ключевыми элементами формирования отношений между отцами и детьми в современном обществе. Рассмотрим некоторые из наиболее выраженных изменений в семейных устоях и их влияние на конфликт «отцов и детей».

В современном обществе наблюдается разнообразие семейных структур, которые отличаются от традиционной модели двух родителей и их детей. Одинокие родители становятся все более распространенными, что может ока-

зывать как положительное, так и отрицательное влияние на отношения между отцами и их детьми. Они часто сталкиваются с увеличенными нагрузками и стрессом, что может отразиться на их способности поддерживать качественные отношения с детьми.

Семьи с одним родителем (38,5 % на 2021 г.) также становятся все более распространенными. В таких семьях отношения между родителем и ребенком могут быть особенно интенсивными, но в то же время могут возникать сложности из-за отсутствия второго родителя [3].

Однополюсные семьи также становятся все более распространенными и представляют собой уникальное социокультурное явление. В таких семьях отношения между отцом и детьми могут развиваться по-разному в зависимости от ряда факторов, включая культурные и социальные установки.

Кроме того, наблюдается рост семей, где дети воспитываются бабушками и дедушками (14 % на 2020 г.) Это может быть связано с различными факторами, включая экономические трудности или расстройства в семье. В таких семьях отношения между родителями и детьми могут быть сложными из-за различий во взглядах на воспитание и образ жизни [4].

Снижение авторитета родителей является одним из существенных аспектов изменений в динамике семейных отношений в современном обществе. В прошлом родители часто выступали в качестве бесспорных авторитетов для своих детей. Их слово было законом, и их решения редко подвергались сомнению. Однако с появлением доступа к обширной информации, дети становятся более независимыми и имеют возможность принимать решения самостоятельно, что может привести к снижению авторитета родителей и увеличению уровня конфликтов в семье. Родители могут испытывать чувство потери контроля над ситуацией и недоумения перед новым подходом детей к восприятию мира. Дети, в свою очередь, могут ощущать ограничения и несправедливость в родительских запретах и рекомендациях, что приводит к возникновению конфликтов.

Увеличение числа разводов является значительным социокультурным явлением в современном обществе, которое оказывает глубокое влияние на динамику взаимоотношений между отцами и их детьми.

Эмоциональная нестабильность, которая сопровождает развод, может стать источником конфликтов и напряженности в отношениях между отцами и их детьми.

В одиночных семьях один из родителей может оказаться вынужденным справляться с двойной ролью — быть одновременно отцом и матерью. Это означает, что этот родитель должен выполнять все функции воспитания и поддержки, которые обычно делятся между двумя родителями. В результате этого родитель может столкнуться со стрессом, усталостью и эмоциональной напряженностью, что может отразиться на семейных отношениях.

Помимо физических и эмоциональных вызовов, связанных с двойной ролью, такой родитель также может испытывать сложности в поддержании равновесия между работой, личной жизнью и воспитанием детей. Недостаток

времени и ресурсов может привести к ощущению изоляции и одиночества, как для родителя, так и для детей.

Экономические факторы играют существенную роль в формировании отношений между отцами и детьми в современном обществе. Высокие требования к трудовой занятости, особенно в условиях современной экономики, могут стать препятствием для отцов в уделении достаточного времени своим детям. Долгие часы работы, неустойчивость в сфере трудоустройства, а также необходимость обеспечения материальных нужд семьи могут приводить к тому, что отцы вынуждены отделяться от семьи на длительное время, что снижает количество времени, проводимого вместе с детьми, и может привести к уменьшению эмоциональной связи и близости между отцом и ребенком.

Различия в культурных или религиозных практиках также могут приводить к конфликтам между отцами и детьми. Например, возникающие разногласия по поводу традиций, обрядов и правил поведения могут вызывать напряженность и недопонимание в семье.

Конфликты могут возникать из-за различий во взглядах на воспитание, выбор карьеры, или даже вступление в брак, основанных на культурных или религиозных убеждениях.

Воспитание и образование играют ключевую роль в формировании отношений между отцами и детьми, так как они определяют стиль взаимодействия и обучения в семейной среде. Различия в стиле воспитания и образовательных подходах могут оказывать значительное влияние на эти отношения, иногда вызывая недопонимание и конфликты.

В 2018 г. ВЦИОМ провело исследование «Отцы и дети: вчера, сегодня, завтра». О том, что «отцы» и «дети» не могут понять друг друга из-за разного жизненного опыта, говорят 36 % опрошенных, причем эта доля выросла с 29 % в 2014 г. Острее всего непонимание чувствуют молодые люди в возрасте от 18 до 24 лет (49 %). Другого мнения придерживаются 28 % наших сограждан, утверждая, что взаимопонимание поколений возможно благодаря проживанию в одной стране. Еще 17 % респондентов говорят об отсутствии противоречий между поколениями. А каждый десятый (9 %) россиянин считает, что проблемы «отцов» и «детей» вообще не существует [6].

Снижается доля россиян, склонных думать, что старшее поколение действует сегодня, исключительно исходя из своих собственных интересов, не учитывая мнения детей и молодежи (с 37 % в 2012 г. до 31 % в 2018 г.). Однако большинство полагает, что пожилые люди в России не получают того, что заслужили — здесь наблюдается рост с 78 до 87 % соответственно [6].

Три четверти россиян (75 %) считают, что детям стоит отказаться от образа жизни родителей и искать свой путь в жизни: чаще других об этом говорит молодежь в возрасте от 18 до 24 лет (83 %). Доля тех, кто советует молодым людям идти по стопам своих родителей, снизилась на 12 п.п. с 2014 г. Большинство (83 %) респондентов замечает, что молодежь сейчас действительно самостоятельно выбирает жизненную тропу [46].

Непонимание между поколениями остается распространенной проблемой, особенно среди молодежи. Молодые люди (18–24 года) наиболее чувствительны к непониманию.

В то же время 28 % опрошенных полагают, что взаимопонимание между поколениями возможно благодаря проживанию в одной стране. Проживание в одной стране может создавать общие ценности и опыт.

Данные опросов показывают, что проблема «отцов и детей» остается актуальной для современного российского общества. Поэтому необходимо уделять ей постоянное внимание и искать новые решения для улучшения отношений между поколениями.

Литература

- [1] Лисовский В.Т. «Отцы» и «дети»: диалог в отношениях. *Социологические исследования*, 2002, № 7, с. 111–116.
- [2] Иванова Е.А. Проблема отцов и детей в современном обществе. *Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология*, 2023, № 2, с. 12–25.
- [3] Селиванова О.В., Коробкова Н.Ю. Неполные семьи в регионах России: масштабы и социально-экономические характеристики. *Социально-трудовые исследования*, 2024, № 1 (54), с. 147–156.
- [4] *Отцы и дети: вчера, сегодня, завтра*. URL: <http://www.wciom.ru/> (дата обращения 25.11.2024).
- [5] Петрова О.В. Влияние интернета на отношения между поколениями. *Социальные исследования*, 2022, № 12, с. 102–113.
- [6] *Большая семья, или деды и внуки*. URL: <http://www.wciom.ru/> (дата обращения 25.11.2024).

The problem of fathers and children: the transformation of conflict in modern society

Iovu D.A.

iovu_dmtr@yahoo.com

Chernysheva T.E.

t.chernysheva7@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article analyzes the problem of the relationship between fathers and children in modern society, highlighting the clash of generations and the change in family foundations. The influence of the Internet and social networks is noted, creating new problems of intergenerational communication. Attention is drawn to the fact that the process of globalization has an impact on changing the values of children, which exacerbates intergenerational conflict. With the change in family structures, in particular with the increase in divorces, the problems of fathers and children are also getting worse. The need for constant attention and the search for new solutions to improve the relationship between fathers and children is emphasized.

Keywords: fathers, children, conflict, clash of generations, relationships, mutual understanding

УДК 130.2

Дефицит инженерных кадров в современной России

Чернышева Татьяна Евгеньевна chernyshevate@bmstu.ru

Крупнов Дмитрий Андреевич krupnovda@student.bmstu.ru

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

Рассмотрена проблема дефицита инженерных кадров в современной России по многим специальностям. Отмечено падение престижа инженерного труда, выявляются его причины. Указано на отставание от промышленности подготовки инженеров по новым направлениям развития производства, таким как микроэлектроника, информатика, робототехника, биотехнология и некоторым другим. Выявлены основные проблемы подготовки инженерных кадров. Обращено внимание на расхождение знаний выпускников технических вузов и необходимыми навыками и знаниями для работы по специальности. Представлены пути изменения сложившейся ситуации в промышленности.

Ключевые слова: инженерные кадры, дефицит, инженерное дело, престиж, инженерное образование, уровень подготовки

В последние годы Россия сталкивается с острой нехваткой инженерных кадров. В России не хватает инженеров большинства специальностей. Серьезная нехватка инженерно-технических работников наблюдается, в особенности, в строительном секторе.

По данным Всероссийского научно-исследовательского института труда, в 2023 году общее количество вакансий по инженерным профессиям составило 574,2 тысячи. С января по июнь 2024 года их было опубликовано 289,7 тыс., что на 0,6 % больше по сравнению с аналогичным периодом 2023 года. Самые популярные среди них: инженеры-конструкторы — 30 тыс., инженеры-проектировщики — 25,2 тыс., инженеры-технологи — 20,4 тыс. вакансий [1].

Положение усугубляется еще и тем, что в мировом экономическом пространстве нарастающими темпами развертывается новый этап научно-технической революции. Ведущими, приоритетными направлениями стали микроэлектроника, информатика, робототехника, биотехнология, создание материалов с заранее заданными свойствами, приборостроение, ядерная энергетика, аэрокосмическая промышленность и т. д. Осуществляется переход на цифровые технологии, обозначаемые как Индустрия 4.0. [2]. В этих условиях требуются специалисты, обладающие соответствующими знаниями, необходимыми компетенциями.

На рынке труда наблюдается парадокс: несмотря на высокую потребность в инженерах, около 30 % выпускников технических вузов остаются без работы. Это связано с тем, что многие из них обладают лишь дипломами, но не имеют необходимых навыков и знаний, которые требуются для выполнения конкретных функций в реальных условиях [3].

Отечественная образовательная система весьма консервативна, она постоянно с существенным запозданием реагирует на изменения в современном мире, что приводит к неизбежному отставанию технического образования от процессов развития науки, техники, производства. Она также далека от мировых тенденций в области обучения инженеров и развития производства.

Подготовка инженеров в российских вузах зачастую носит слишком общий характер. Это приводит к тому, что выпускники не готовы к реальным вызовам, с которыми они столкнутся на рабочих местах. Инженерные функции могут значительно различаться по уровню творчества и необходимым компетенциям, и, следовательно, диплом инженера не всегда гарантирует успешное выполнение конкретной работы.

Рассматривая существующие точки зрения на проблемы подготовки инженерных кадров, можно выделить следующие основные тенденции:

- размытие понятия «инженер». Это связано с тем, что профессия инженера теряет свою четкую идентичность, что приводит к девальвации статуса данной профессии;

- многие предприятия, особенно в гражданских отраслях, сталкиваются с проблемой выпуска неконкурентоспособной продукции. Это связано с устаревшими технологиями, недостатком инвестиций и низким уровнем инноваций. Все это отражается на имидже и социальном статусе инженеров;

- массовое изменение инженерами сферы своей деятельности. В условиях, когда средняя заработная плата инженеров в России составляет около 68 705 рублей при общей номинальной средней заработной плате 85 017 рублей, многие из них ищут более выгодные предложения в других сферах, что также ведет к утрате квалифицированных кадров в инженерной области [4];

- утрата былого уровня работы с изобретателями и рационализаторами вследствие недостаточного развития законодательства. Отсутствие четких норм и правил, защищающих интеллектуальную собственность, такие как изобретения и полезные модели, приводит к тому, что многие изобретатели и рационализаторы теряют интерес к своей деятельности;

- условия инженерной деятельности (научно-техническая и технологическая база, состояние производства, уровень квалификации среднего и младшего технического персонала, квалификация рабочих, комфортность труда и социальные условия жизнедеятельности инженеров) не соответствуют условиям их коллег из развитых стран, с которыми приходится конкурировать; проигрывая в условиях, российские инженеры проигрывают и в результате.

Ситуация усугубляется еще и тем, что стихийность выбора профессии часто приводит к тому, что молодые люди, не имея объективного представления о востребованности специальностей и условиях труда, выбирают профессии, не соответствующие их способностям и интересам, а также не отвечающие потребностям рынка труда. В результате — низкая производительность труда, неполная реализация потенциала молодых специалистов и, как следствие, торможение технологического развития страны.

В современном российском обществе наблюдается заметное снижение престижа инженерной профессии, что вызывает серьезные последствия, как для самих специалистов, так и для экономики в целом. Одной из основных причин этой проблемы является дефицит квалифицированных инженеров, соответствующих европейским стандартам, а также недостаточно высокий уровень заработной платы.

Ключевым фактором в изменении этой ситуации является целенаправленное формирование позитивного и реалистичного образа технических профессий. Это должно осуществляться на всех уровнях образовательной системы, начиная с начальной школы и заканчивая высшим образованием. Необходимо не просто информировать школьников о существовании различных инженерных специальностей, но и показывать их привлекательные стороны: возможности для творчества и самореализации, высокий уровень заработной платы, социальную значимость работы, перспективы профессионального роста и постоянного обучения.

Для достижения эффективного результата необходим глубокий и всесторонний анализ существующей ситуации. Это предполагает проведение масштабных социологических исследований, охватывающих различные группы респондентов: школьников старших классов, студентов технических вузов, выпускников технических специальностей, представителей работодателей и экспертов в различных областях технического профиля. Цель таких исследований — изучение мнений, представлений, мотиваций и установок всех заинтересованных сторон по отношению к техническим профессиям.

Анализ полученных данных позволит выявить ключевые факторы, влияющие на выбор профессии, и разработать эффективные механизмы профориентационной работы. В рамках этих исследований необходимо учитывать не только материальные стимулы, но и нематериальные факторы, такие как престиж профессии, возможность творческой самореализации, уровень удовлетворенности работой, баланс между работой и личной жизнью, социальная значимость выбранной деятельности.

Необходимо также активное взаимодействие с предприятиями и организациями, занимающимися техническими разработками, чтобы обеспечить практическую ориентированность профориентационной работы и возможность для школьников посещать производства, знакомиться с работой специалистов и проходить профессиональные пробы. Только такой комплексный подход позволит решить проблему нехватки высококвалифицированных технических специалистов и обеспечить устойчивое развитие национальной экономики [5].

Во многом российские высокие технологии основаны на разработках, сделанных еще в Советском Союзе, а современные инженеры не могут повторить то, что делали советские инженеры в 1980-х годах.

После распада Советского Союза большинство представителей среднего возрастного звена покинули государственные предприятия и научные учреждения, поскольку им необходимо было содержать свои семьи. Это были те,

кто должен был передать свои знания следующим поколениям инженеров и ученых. Молодежь также активно покидала эти организации. В результате возник значительный разрыв в знаниях, который до сих пор не устранен.

Нехватка инженеров в России — это комплексная проблема, требующая системного подхода. Государство, предприятия и образовательные учреждения предпринимают шаги для ее решения, но для достижения значительных результатов потребуется время и совместные усилия всех заинтересованных сторон [6].

Литература

- [1] В России усилился дефицит инженеров. URL: <https://globalcio.ru/news/42352/> (дата обращения 22.11.2024).
- [2] Кеммет Е.В. Состояние и проблемы подготовки инженерных кадров в современном российском обществе. *Экономика и бизнес*, 2013, № 12, с. 12–15.
- [3] Зерний Ю.В., Надточий Ю.Б. Проблемы современного технического образования в России. *Экономика и предпринимательство*, 2016, № 9 (74), с. 435–443.
- [4] Зарплата инженера в России в 2024 году. URL: <https://www.kp.ru/edu/rabota/zarplata-inzhenera-v-gossii/> (дата обращения 22.11.2025).
- [5] Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения. *Проблемы управления в социальных системах*, 2012, № 84, с. 23–26.
- [6] Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Анализ показателей численности инженерно-технических специалистов в России. *Экономический анализ: теория и практика*, 2016, № 52, с. 140–146.

Shortage of engineering personnel in modern Russia

Chernysheva T.E. t.chernyshewa7@yandex.ru
Krupnov D.A. krupnovda@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This article examines the problem of the shortage of engineering personnel in modern Russia in many specialties. The decline in the prestige of engineering work is noted, its causes are revealed. It is pointed out that the industry is lagging behind the training of engineers in new areas of production development, such as microelectronics, computer science, robotics, biotechnology and some others. The main problems of engineering personnel training have been identified. Attention is drawn to the discrepancy between the knowledge of graduates of technical universities and the necessary skills and knowledge to work in their specialty. The ways of changing the current situation in the industry are presented.

Keywords: engineering personnel, shortage, engineering, prestige, engineering education, level of training

***Секция 18. Актуальные
вопросы энергосбережения,
энергоэффективности,
использования
нетрадиционных
и возобновляемых
источников энергии***

УДК 620.92

Сравнительный анализ эффективности направлений энергетики: биоэнергетика и водород

Симоненко Арина Артемовна

simonenkoarina97@gmail.com

Кусачева Светлана Александровна

kusachevasa@bmstu.ru

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

Рассмотрены состояние и перспективы развития направлений альтернативной энергетики как перспективного источника энергии. Особое внимание уделяется сравнению экологичности, доступности, безопасности и стоимости биоэнергетики и водородной энергетики, а также их практическому применению в будущем.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, биоэнергетика, водородная энергетика

Альтернативная энергетика — это способы получения энергии из источников, которые не так распространены, как уголь, нефть, газ и т. д. Эти способы чаще всего используют природные ресурсы, которые не заканчиваются, например солнечная энергия, вода, ветер и т. п. Они безопаснее для окружающей среды, чем традиционные методы и часто могут обеспечить энергией отдельные регионы, делая страну более независимой от импорта энергии. Сравнение биоэнергетики и водорода в контексте направленной энергетики — актуальная тема, потому что мы стоим перед необходимостью перехода к более чистым источникам энергии. Использование ископаемого топлива является главной причиной изменения климата. Альтернативные источники энергии же, такие как биоэнергетика и водород, могут помочь сократить выбросы парниковых газов и смягчить последствия климатических изменений [1]. Развитие альтернативных источников также помогает стимулировать развитие новых технологий и создает новые рабочие места. Это способствует экономическому росту и улучшению жизни людей. Однако есть и недостатки, например: высокая начальная стоимость оборудования, из-за чего широкое применение альтернативной энергетики ограничено. В целом, альтернативная энергетика имеет большой потенциал для решения энергетических проблем будущего, но перед ее широким применением необходимо решить ряд экономических и технологических проблем [2].

Биоэнергетика: энергия из природы. Биоэнергетика — это способ получения энергии из органических материалов, таких как растения, древесина, сельскохозяйственные отходы и даже сточные воды. Она считается возобновляемым источником энергии, поскольку растения растут постоянно и пополняют запасы биомассы.

Рассмотрим стоимость 1 кВт/час: стоимость 1 кВт/ч биоэнергии сильно зависит от типа используемого сырья, технологии производства и местоположения. Современная стоимость: в целом стоимость составляет от 5 до 15

рублей. Прогноз изменения: скорее всего стоимость биоэнергии будет снижаться в будущем благодаря совершенствованию технологий и увеличению производства [3].

Рассмотрим КПД: эффективность преобразования: КПД биоэнергетики зависит от вида биотоплива и технологии переработки. Например: КПД сжигания древесных отходов может достигать 80 %, в то время как КПД производства биодизеля из растительных масел может быть ниже и составлять от 50 до 70 %, как и в случае с биогазом.

Лидеры по развитию биоэнергетики — это Дания и Швеция. Они используют биоэнергетику в сельском хозяйстве, отоплении и генерации электроэнергии, а также в производстве биодизеля. Благодаря правительственным программам и финансированию происходит стимулирование использования биоэнергетики, что влечет за собой усовершенствование технологий переработки биомассы, развитие инфраструктуры для ее сбора и транспортировки биотоплива. Россия обладает большими запасами лесных и сельскохозяйственных отходов, которые можно использовать для производства биоэнергии. Люди используют биомассы в сельском хозяйстве, лесной промышленности и энергетике. Также в стране происходит развитие биоэнергетических станций в отдаленных районах. Однако страна выделяет недостаточно инвестиций и ведет разную политику в области биоэнергетики. Необходимо улучшать технологии и снижать стоимость биотоплива [4].

Водородная энергетика. Рассмотрим стоимость 1 кВт/ч: стоимость водородной энергии также зависит от метода ее производства. Современная стоимость: в настоящее время стоимость 1кВт/ч водородной энергии составляет от 30 до 50 рублей. Прогноз изменения: скорее всего стоимость водородной энергии будет снижаться, ведь совершенствование технологий приведет к увеличению производства.

Рассмотрим КПД: эффективность преобразования: КПД электролиза воды может достигать 70–80 %, паро-метановой реформы от 75 до 90%, а при газификации от 50 до 80 %. КПД зависит от конкретных условий: доступность сырья, стоимость технологий и экологических соображений, ведь при газификации и паро-метановой реформе происходит большой выброс вредных элементов.

Лидерами в развитии водородной энергетике являются такие страны, как Япония, Германия, США и Южная Корея. Благодаря водородной энергетике автобусы, грузовики и поезда ездят на водородном топливе; развивается металлургия и химическая промышленность. Благодаря инвестированию, разработке новых технологий и исследованиям водородная энергетика развивается. Россия обладает значительным потенциалом для развития водородной энергетике благодаря запасам природного газа. Мы используем водород в транспорте, проводим исследования и разработки в области производства водорода и технологий его использования. Однако необходимо выработать единую стратегию развития водородной энергетике и решить проблемы с безопасностью транспортировки водорода [5].

Сравнительный анализ рассматриваемых направлений: основные сравнительные характеристики приведены в таблице.

Анализ характеристик водородной и биоэнергетики

Параметр	Биоэнергетика	Водородная энергетика
Стоимость 1 кВт/ч	5–15 руб. (зависит от вида сырья)	30–50 руб. (зависит от метода получения)
КПД	50–80 % (зависит от вида сырья и технологии)	70–90 % (зависит от метода производства и хранения)
Безопасность	Относительно безопасна	Высокий риск взрыва и пожара при утечках
Экологичность	Чистая, но может выделять парниковые газы	Чистая, но зависит от источника производства водорода
Доступность	Широко доступна в России	Ограничена доступностью природного газа или электроэнергии для производства.

Таким образом, биоэнергетика и водородная энергетика имеют свои преимущества и недостатки. Выбор определенной технологии зависит от конкретных условий и целей. Важно учитывать стоимость, КПД, безопасность, экологичность и доступность ресурсов при реализации проектов в области возобновляемой энергетики.

Литература

- [1] *Международное энергетическое агентство (IEA)*. URL: <https://www.iea.org/> (дата обращения 20.10.2024).
- [2] *Министерство энергетики Российской Федерации*. URL: <https://minenergo.gov.ru/> (дата обращения 20.10.2024).
- [3] Водород: Ключ к устойчивому будущему. *Nature*, 2020. — уточните выходные данные, если статья на английском языке, нужно дать информацию на языке оригинала
- [4] *Всемирный фонд дикой природы (WWF)*. URL: <https://www.wwf.org.ru/> (дата обращения 20.10.2024).
- [5] *Биоэнергетика: справочник по технологиям и применению*. Москва, Наука, 2019.

Comparative analysis of the efficiency of energy directions: bioenergy and hydrogen

Simonenko A.A.

simonenkoarina97@gmail.com

Kusacheva S.A.

kusachevasa@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The state and prospects for the development of alternative energy areas as a promising source of energy are considered. Particular attention is paid to comparing the environmental friendliness, availability, safety and cost of bioenergy and hydrogen energy, as well as their practical application in the future.

Keywords: *alternative energy, bioenergy, hydrogen energy*

УДК 620.98

Проблема разработки и внедрения гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе

Белова Анна Сергеевна^{1,2}

belova.a@bmstu.ru

¹ АО «Эремекс», Москва, Россия² КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрен ряд проблем по разработке и внедрению гибридных энергосистем в агропромышленные комплексы. Проведен анализ влияния внедрения гибридных энергосистем в АПК на экологический и экономический аспекты. Предложено решение по проектированию гибридной энергосистемы на основе микробного топливного элемента, солнечных панелей, ветрогенераторов и традиционных источников электроэнергии. Этот комплекс позволит сократить расходы на электроэнергию в АПК и уменьшить негативное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: гибридная энергосистема, агропромышленный комплекс, микробный топливный элемент, солнечные панели, ветрогенератор

В наши дни необходимость в переходе на устойчивые, экологически чистые и экономически обоснованные источники энергии становится все более актуальной. В то время как отдельные источники энергии имеют свои преимущества, комбинирование их в гибридные системы позволяет значительно повысить эффективность использования ресурсов, уменьшить затраты на электроэнергию и сократить углеродный след.

При внедрении гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе возникает ряд серьезных проблем. Будут рассмотрены как преимущества и возможности гибридных энергосистем, так и существующие проблемы их реализации, а также предложены возможные решения. На сегодняшний день в АПК преимущественно используются традиционные энергосистемы [1]. Это электрические сети и дизельные генераторы. Подключение к централизованной электрической сети — самый частый способ получения электроэнергии для сельскохозяйственных предприятий.

Дизельные генераторы используются в основном для резервного электроснабжения. Намного реже в АПК используются возобновляемые, тепловые или гибридные энергосистемы. Они уже могут включать в себя солнечные панели, ветрогенераторы, биоэнергетические системы.

Самым интересным и высокоэффективным решением будет сформировать гибридную систему, которая способна не только к саморегулированию, но и может обеспечить поставку электроэнергии бесперебойно, вне зависимости от изменения внешних условий. Гибридные энергосистемы — это энергетические системы, которые объединяют два или более различных источников энергии с целью повышения эффективности, надежности и устойчи-

чивости электроснабжения [2]. В первую очередь, требуется оценить количество потребляемой энергии, пиковую нагрузку, а также внешние факторы. В нашем случае будут рассмотрены использование солнечных панелей, ветрогенераторов и микробных топливных элементов [3]. Система описанного типа будет не только генерировать электроэнергию, но и обеспечивать ее стабильность при различных условиях эксплуатации АПК.

Создание гибридных энергетических систем в агропромышленном комплексе сталкивается с несколькими экономическими проблемами, основная из которых заключается в высоких затратах на проектирование, закупку и установку оборудования, а также на обучение персонала работе с новыми технологиями. Но, тем не менее, гибридные энергетические системы могут значительно помочь агропромышленному комплексу в экономии средств и ресурсов, предлагая ряд материальных и экономических выгод. Интеграция современных гибридных решений может повысить конкурентоспособность агропромышленных предприятий, привлекая внимание потребителей, которые все больше ценят экологически чистые и устойчивые методы производства. Это может стать дополнительным источником дохода для фермеров, если они начнут продавать избыточную электроэнергию обратно в сеть, что не только поможет окупить первоначальные инвестиции, но и обеспечит стабильный поток денежных средств.

Гибридные энергетические системы не только помогают сэкономить средства и ресурсы, но и создают новые возможности для агропромышленного сектора, способствуя его устойчивому развитию и росту [4]. Такие решения могут поддерживать более устойчивые методы ведения сельского хозяйства, способствуя сохранению ресурсов. Например, использование солнечной энергии для управления системами орошения позволяет экономить воду. Ветро- и солнечные установки могут также обеспечивать энергией системы обработки и хранения продуктов, сохраняя их свежесть и минимизируя пищевые отходы. Внедрение гибридных систем может обеспечить надежное энергоснабжение в удаленных и сельских районах, что способствует развитию этих территорий без негативного влияния на окружающую среду [4].

Таким образом, создание описанных выше систем в агропромышленном комплексе не только способствует устойчивому развитию этого сектора, но и решает более широкие экологические проблемы, поддерживая баланс между эффективностью производства и охраной окружающей среды. Несмотря на свои преимущества, гибридные энергетические системы могут создавать и определенные экологические проблемы, которые нельзя игнорировать [5].

Во-первых, производство компонентов для таких систем, таких как солнечные панели и ветряные турбины, требует значительных объемов ресурсов и энергии, что может приводить к экологически неблагоприятным последствиям.

Во-вторых, установка солнечных панелей и ветряных турбин может негативно повлиять на местные флору и фауну, изменяя привычные ландшафты и среду обитания. Также большие солнечные фермы требуют значи-

тельных площадей земли, что может привести к утрате сельскохозяйственных угодий или естественных экосистем, ухудшая биоразнообразие. Солнечные панели и аккумуляторы содержат химические вещества, которые могут быть опасными для окружающей среды, если их не утилизировать должным образом.

Таким образом, хотя гибридные энергетические системы предлагают многообещающие решения для перехода на устойчивые источники энергии, важно внимательно учитывать и минимизировать их потенциальные негативные экологические последствия, чтобы обеспечить экологическую устойчивость в долгосрочной перспективе.

Схема гибридной энергетической системы выглядит следующим образом (см. рисунок).



Схема работы гибридной энергосистемы АПК

В данной схеме рассматриваем гибридную энергетическую систему, которая состоит из микробного топливного элемента, солнечных панелей, ветрогенераторов и традиционных линий электроснабжения, а также источника резервного питания (дизельный/бензиновый электрогенератор). Основным источником электроэнергии будет рассматриваться традиционная линия электроснабжения, к которым уже подключен АПК, а альтернативные источники энергии (солнечные панели, МТЭ и ветрогенераторы) будут являться дополнительными. За счет энергии, вырабатываемой в них, будет можно уменьшить потребление традиционных источников энергии, сократить затраты на электроэнергию и уменьшить влияние на экологию. Ввиду того что выработка электроэнергии с помощью солнечных панелей и ветрогенераторов является нестабильной, требуется использование специальных устройств для распределения и стабилизации электроэнергии. В качестве резервного источ-

ника питания используется электрогенератор. Также в составе комплекса можно рассмотреть использование аккумуляторов, но их использование является нерациональным с точки зрения экологии и утилизации, и затруднено в зоне со значительным перепадом температур.

Литература

- [1] Вебски К., Астаханова Е. Роль электроэнергетики в развитии агропромышленного комплекса. *RJOAS*, 2017, № 11, с. 464–469.
- [2] Байжонов Л.Э. *Гибридные энергосистемы на основе возобновляемых источников энергии*, 2024, 4 с. — **уточните выходные данные, что это, журнал, сборник трудов, книга?**
- [3] Karamanev D., Pupkevich V., Penev K., Glibin V., Gohil J., Vajihinejad V. Biological conversion of hydrogen to electricity for energy storage. *Energy*, 2017, vol. 129, pp. 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.110>
- [4] Smagulova S., Yermukhanbetova A., Akimbekova G., Yessimzhanova S., Razakova D., Nurgabylov M., Zhakupova S. Prospects for digitalization of energy and agro-industrial complex of Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2022, vol. 12 (2), pp. 198–209. <https://doi.org/10.32479/ijee.12859>
- [5] Соколов Ю.И. Проблемы и риски возобновляемых источников энергии. *Проблемы анализа риска*, 2021, № 4, с. 28–47. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-4-28-47>

The problem of development and development of hybrid energy systems in the agro-industrial complex

Belova A.S.^{1,2}

belova.a@bmstu.ru

¹ JSC Eremex, Moscow, Russia

² BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers a set of problems related to the development and implementation of hybrid energy systems in agro-industrial complexes. The analysis of the impact of the implementation of hybrid energy systems in the agro-industrial complex on environmental and economic aspects is carried out. A solution is proposed for the design of a hybrid energy system based on a microbial fuel cell, solar panels, wind generators and traditional sources of electricity. This complex will reduce electricity costs in the agro-industrial complex and reduce the negative impact on the environment.

Keywords: hybrid energy system, agro-industrial complex, microbial fuel cell, solar panels, wind generator

УДК 620.98

Методологические аспекты внедрения гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе

Белова Анна Сергеевна^{1,2}

belova.a@bmstu.ru

¹ АО «Эремекс», Москва, Россия² КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрены основные методологические аспекты разработки гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе (АПК), которые являются основой для успешного внедрения таких технологий в реальные предприятия. Эти аспекты включают анализ потребностей, выбор компонентов системы, моделирование производительности и оценку ее экономической целесообразности. На базе методологии можно осуществить детальный план внедрения, а также подготовку и обучение персонала для обеспечения эффективного функционирования систем. Внедрение гибридных энергосистем позволяет снизить затраты на электроэнергию, а также повысить энергетическую независимость организаций. Системный подход, предусмотренный в методологических аспектах, обеспечивает точную оценку и адаптацию энергосистем к конкретным условиям, что способствует повышению устойчивости агропромышленных предприятий.

Ключевые слова: гибридная энергосистема, агропромышленный комплекс, методология разработки энергосистемы, экономическая оценка целесообразности

Гибридная энергосистема представляет собой комплексное решение, сочетающее несколько источников энергии, включая возобновляемые (солнечные, ветряные, биомассовые) и традиционные источники (дизельные или газовые генераторы). [1] Основная цель такой системы — обеспечить надежное и эффективное энергоснабжение с учетом текущих потребностей и условий окружающей среды. Компоненты гибридной энергосистемы обычно включают источники энергии, системы хранения (например, аккумуляторы), инверторы, управляющие устройства и системы мониторинга. Эти элементы работают совместно, позволяя оптимизировать потребление энергии и уменьшать зависимость от традиционных поставщиков. С учетом того, что потребление электроэнергии в АПК демонстрирует тенденцию к постоянному увеличению из-за роста масштабов производства и модернизации технологий, внедрение гибридных систем становится особенно актуальным [2].

Основная цель формирования методологических аспектов внедрения гибридных энергосистем в агропромышленный комплекс (АПК) заключается в создании структурированного и комплексного подхода к эффективному внедрению описанных выше систем и снижению затрат [3]. Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач, включая анализ текущих и прогнозируемых потребностей в энергии, оценку доступных возобновляемых и традиционных источников энергии и проведение экономического анализа. Так-

же важно оценить существующую инфраструктуру и провести необходимые преобразования, обеспечить обучение и подготовку персонала для эксплуатации систем, оценить экологические последствия и соответствие правовым нормам. Нужно разработать систему мониторинга и управления производительностью гибридной энергосистемы. Решение этих задач обеспечивает успешное интегрирование гибридных энергосистем в АПК, повышая их устойчивость и эффективность в долгосрочной перспективе [4].

Рассмотрим ключевые элементы этой методологии:

- анализ потребностей и целеполагание: первым шагом является оценка энергетических потребностей конкретного агропромышленного объекта. Необходимо определить, сколько энергии требуется для различных процессов (например, орошение, отопление, переработка) и как эти потребности могут варьироваться в зависимости от сезона или условий;

- выбор компонентов системы: на основе проведенного анализа следует выбрать комбинацию возобновляемых источников энергии (солнечные панели, ветряные турбины, биомасса и т. д.), а также системы хранения энергии (аккумуляторы). При этом необходимо рассмотреть эффективность, надежность, стоимость и доступность компонентов;

- моделирование и оптимизация: рекомендуется использовать компьютерное моделирование для прогнозирования работы гибридной системы в различных условиях. Это включает оценку производительности системы в зависимости от изменяющихся климатических условий, уровня производства и других факторов. Оптимизация поможет определить наиболее эффективную конфигурацию системы;

- оценка экономической целесообразности: важно провести детальный финансовый анализ, который включает первоначальные инвестиции, операционные расходы, потенциальную экономию и возврат инвестиций. Это поможет убедить заинтересованные стороны, включая фермеров и инвесторов, в целесообразности проекта;

- разработка плана внедрения: поскольку внедрение новой системы требует времени и ресурсов, необходимо разработать четкий план внедрения. Это включает этапы, такие как монтаж оборудования, обучение персонала, тестирование систем и настройка управления;

- управление проектом: эффективное управление проектом включает координацию между всеми участниками (поставщиками оборудования, подрядчиками, фермерами и т. д.), контроль соблюдения сроков и бюджета, а также решение возникающих проблем на этапе внедрения [5];

- обучение и подготовка персонала: эффективное функционирование гибридных систем требует создания команды, обладающей необходимыми знаниями и навыками. Это может включать тренинги по эксплуатации оборудования, техническому обслуживанию и мониторингу производительности;

- мониторинг и оценка эффективности: после внедрения системы важно проводить регулярный мониторинг ее работы и производительности. Это включает сбор данных о производстве энергии, потреблении и окупаемости, что поможет в дальнейшем улучшать систему;

– обратная связь и постоянное улучшение: система должна быть гибкой и адаптивной. Полученные данные и опыты внедрения могут использоваться для внесения улучшений в существующую систему, расширения функциональности или для разработки новых решений.

Таким образом, методологические аспекты разработки и внедрения гибридных энергосистем в агропромышленный комплекс требуют комплексного подхода, включающего технические, экономические и социальные факторы, необходимые для достижения максимальной эффективности проектирования и ввода системы в эксплуатацию.

Литература

- [1] Байжонова Л.Э. *Гибридные энергосистемы на основе возобновляемых источников энергии*, 2024, 4 с. — **уточните выходные данные, что это, журнал, сборник трудов, книга?**
- [2] Smagulova S., Yermukhanbetova A., Akimbekova G., Yessimzhanova S., Razakova D., Nurgabylov M., Zhakupova S. Prospects for digitalization of energy and agro-industrial complex of Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2022, vol. 12 (2), pp. 198–209. <https://doi.org/10.32479/ijee.12859>
- [3] Новиков А.М., Новиков Д.А. О предмете и структуре методологии. *Мир образования — образование в мире*, 2008, № 1, с. 29–40.
- [4] Вебски К., Астаханова Е. Роль электроэнергетики в развитии агропромышленного комплекса. *RJOAS*, 2017, № 11, с. 464–469.
- [5] Ручкин А.В. Трофимова О.М. Управление проектами: основные определения и подходы. *Вопросы управления*, 2017, № 3, с. 121–128.

Methodological aspects of the implementation of hybrid energy systems in the agro - industrial complex

Belova A.S.^{1,2}

belova.a@bmstu.ru

¹ JSC Eremex, Moscow, Russia

² BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers the main methodological aspects of developing hybrid power systems in the agro-industrial complex (AIC), which are the basis for the successful implementation of such technologies in real enterprises. These aspects include analysis of needs, selection of system components, performance modeling and assessment of its economic feasibility. Based on the methodology, it is possible to implement a detailed implementation plan, as well as training and education of personnel to ensure the effective functioning of the systems. The implementation of hybrid power systems allows reducing energy costs, as well as increasing the energy independence of organizations. The system approach provided in the methodological aspects ensures an accurate assessment and adaptation of power systems to specific conditions, which contributes to increasing the sustainability of agro-industrial enterprises.

Keywords: hybrid power system, agro-industrial complex, methodology for developing a power system, economic assessment of feasibility

УДК620.95

Популяризация изучения альтернативных источников энергии среди молодежи: мастер-классы и дни открытых дверей

Никулин Семен Игоревич

nikulinsi@student.bmstu.ru

Кусачева Светлана Александровна

kusachevasa@bmstu.ru

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

Работа посвящена популяризации альтернативных источников энергии среди молодежи, которая представляет важное направление в решении экологических проблем. Эффективными методами являются мастер-классы, дни открытых дверей и практические занятия, такие как создание солнечных панелей и ветровых турбин. Лекции экспертов и экскурсии на действующие объекты повышают мотивацию школьников и студентов к получению дополнительных знаний в области альтернативной энергетики.

Ключевые слова: популяризация, альтернативная энергетика, мастер-классы

Популяризация изучения альтернативных источников энергии среди молодежи становится все более актуальной задачей в условиях глобальных экологических проблем и изменений климата. Альтернативные источники энергии играют ключевую роль в переходе к устойчивым технологиям. И для их успешной реализации необходимо привлекать учащихся школ, студентов учреждений СПО и вузов к изучению принципов работы альтернативных источников энергии и возможной интеграции их в производственную деятельность. В этом контексте мастер-классы и дни открытых дверей становятся эффективными инструментами популяризации знаний об альтернативных источниках энергии.

Образовательные мероприятия, такие как мастер-классы, имеют огромное значение для формирования интереса у молодежи к альтернативной энергетике. Во-первых, практические занятия позволяют участникам рассмотреть и провести замеры на простых солнечных панелях или ветровых турбинах, что помогает им лучше понять принципы работы этих технологий.

Во-вторых, лекции и семинары, проводимые экспертами в области альтернативной энергетики. Это может быть особенно полезно для студентов и школьников, которые задумываются о своей будущей карьере в энергетическом секторе. Полученные знания могут помочь им лучше ориентироваться в сложном мире технологий и выбрать правильный путь для своего профессионального развития [1].

В-третьих, экскурсии на действующие объекты, такие как солнечные фермы или ветропарки, позволяют увидеть, как работают альтернативные источники энергии в реальных условиях. Это помогает понять масштабы и возможности использования альтернативной энергетики в повседневной

жизни. Наблюдение за работой таких объектов может стать мощным стимулом для выбора карьеры в этой области.

Проектная деятельность является еще одним важным аспектом мастер-классов. Участники могут работать над реальными проектами, связанными с альтернативной энергетикой, что способствует развитию навыков проектного управления. Работа над проектами помогает развивать критическое мышление и умение решать практические задачи.

Конкурсы также могут стать мощным инструментом для привлечения молодежи к изучению альтернативной энергетики. Проведение соревнований по разработке инновационных решений в этой области может мотивировать участников к активному обучению и поиску нестандартных решений. Такие мероприятия способствуют не только развитию технических навыков, но и формированию командного духа и способности работать в группе.

Обсуждения и круглые столы создают площадки для обмена мнениями об актуальных проблемах и решениях в области энергетики. Это может помочь молодым людям развивать свои аналитические способности и критическое мышление, а также научиться аргументированно выражать свои идеи и мнения. Такие мероприятия способствуют созданию сообществ единомышленников, заинтересованных в устойчивом развитии [2].

Сетевые мероприятия предоставляют возможности для общения и обмена опытом между участниками, экспертами и представителями бизнеса. Это может привести к созданию новых контактов и возможностей для стажировок или совместных проектов. Мастер-классы способствуют развитию критического мышления у молодежи, что особенно важно в быстро меняющемся мире технологий. Участие в практических занятиях развивает креативность и инновационное мышление, необходимые для работы в области устойчивой энергетики. Это помогает молодым людям не только лучше понимать научные концепции, но и применять их в своей жизни.

Навыки командной работы являются еще одним важным аспектом образовательных мероприятий. Совместная работа над проектами помогает развивать навыки коммуникации и сотрудничества [3].

Участие сообщества и партнерство с образовательными учреждениями играют ключевую роль в успешной реализации инициатив по популяризации альтернативной энергетики. Сотрудничество с университетами может привести к созданию совместных программ обучения и стажировок. Это позволяет студентам получать практический опыт работы в области альтернативной энергетики еще во время учебы.

Поддержка со стороны бизнеса также является важным фактором успеха таких мероприятий. Компании, занимающиеся разработкой технологий альтернативной энергетики, могут предоставлять ресурсы и финансирование для образовательных мероприятий. Это может включать как финансовую поддержку, так и предоставление оборудования или материалов для мастер-классов. Государственные инициативы в виде грантов или субсидий могут также способствовать проведению мероприятий по популяризации альтерна-

тивной энергетики. Поддержка со стороны государства может значительно увеличить охват мероприятий и привлечь большее количество участников. Партнерство с неправительственными организациями может играть важную роль в организации образовательных мероприятий и привлечении волонтеров. Неправительственные организации могут помочь в создании программ обучения и проведении мастер-классов [4].

Вовлечение родителей и учителей в образовательные мероприятия может помочь создать более благоприятную образовательную среду для молодежи. Организация мероприятий для родителей и педагогов позволяет им лучше понять важность изучения альтернативной энергетики и поддерживать своих детей в этом направлении

Дни открытых дверей в университетах предоставляют возможность узнать о возможностях учебы в области устойчивого развития и альтернативной энергетики. Выездные мастер-классы для школьников обучают их основам работы с солнечными панелями и ветровыми турбинами.

Участие в международных проектах позволяет молодежи обмениваться опытом и знаниями с коллегами из других стран. Это может обогатить их понимание глобальных проблем устойчивого развития и альтернативной энергетики [5].

Таким образом, популяризация изучения альтернативных источников энергии среди молодежи — это важный шаг к созданию устойчивого будущего. Мастер-классы и дни открытых дверей играют ключевую роль в этом процессе, предоставляя возможность не только получить знания, но и вдохновиться идеей работы над экологически чистыми технологиями. Важно продолжать развивать такие инициативы, чтобы формировать новое поколение специалистов, готовых решать глобальные проблемы современности.

Литература

- [1] Юдаев И.В., Глушко И.В., Зуева Т.М. *История науки и техники: электроэнергетика и электротехника. Ч. I*. Зерноград, Азово-Черноморский инженерный институт, 2018, 201 с.
- [2] Виргинский В.С., Хотенков В.Ф. *Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг.* Москва, Просвещение, 1988.
- [3] Дьяков А.Ф. *Электроэнергетика России. История и перспективы развития*. Москва, АО «Информэнерго», 1997, 568 с.
- [4] Германович В., Турилин А. *Альтернативные источники энергии и энергоснабжение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы*. Санкт-Петербург, Наука и Техника, 2014, 320 с.
- [5] Кусачева С.А., Морозенко М.И., Черняев С.И., Жукова Ю.М. *Фундаментальные и прикладные аспекты производства биоэлектрической энергии. Фундаментальные исследования*, 2015, № 6–3, с. 479–484.

Popularization of the study of alternative energy sources among schoolchildren and students

Nikulin S.I.

semeon.nickulin@yandex.ru

Kusacheva S.A.

kusachevasa@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The work is devoted to the popularization of alternative energy sources among young people, which is an important direction in solving environmental problems. Effective methods are master classes, open days and practical classes, such as the creation of solar panels and wind turbines. Lectures by experts and excursions to operating facilities increase the motivation of schoolchildren and students to obtain additional knowledge in the field of alternative energy

Keywords: popularization, alternative energy, master classes

УДК 620.95

Разработка и исследование мобильного генератора на основе микрофлоры человека

Прудников Алексей Федорович¹

b.bolshedor@gmail.com

Кусачева Светлана Александровна¹

kusachevasa@bmstu.ru

SPIN-код: 9634-2198

Сафронова Мария Евгеньевна²

svetlaya.dom@mail.ru

Шендо Серафим Александрович¹

shendo.serafim@gmail.com

Клышников Алексей Юрьевич¹

allexeyyy.klyshnik@mail.ru

¹ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия² ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

Цель работы — разработка мобильного генератора на основе микрофлоры человека, который бы можно было применять для питания имплантов, требующих электроэнергии. Промежуточными целями, ведущими к завершению разработки, являются исследование безвредных для организма человека гальванических пар, способов преобразования и передачи электроэнергии, а также разработка корпуса устройства. На данный момент исследования ориентированы на изучение механизмов генерации и передачи энергии в организме человека.

Ключевые слова: МТЭЛ, имплант, бифидо- и лактобактерии, мобильный генератор

Исследования микробных топливных элементов (МТЭЛ) позволяют заметить тенденцию к увеличению их мощности и, как следствие, обозначают реальные перспективы все более широкого применения этого источника энергии. Описанный в работе эксперимент проводился в условиях обычной аудитории. Один МТЭЛ был заполнен активными бактериями сточных вод и водой в пропорциях 1:1, а два других были заполнены смесью воды, бифидо- и лактобактерий в равном соотношении. Затем в течении нескольких дней измеряется напряжение и ток на выводах электродов МТЭЛ. Все установки МТЭЛ имели двухкамерную конструкцию, в которой анодом являлись графитовые стержни, а катодом латунные пластины [1]. Измерения проводились в дневное время каждые 2 часа с помощью мультиметра. При прочих равных условиях один из МТЭЛ, заправленный смесью бифидо- и лактобактерий, показал результаты в 278 мВ и 1380 мА, а МТЭЛ, заправленный бактериями активного ила, дал результат в 553 мВ и 435 мА. Развитие данной технологии открывает возможность для создания мобильного генератора на основе микрофлоры человека. Такой генератор в перспективе можно использовать для питания кардиостимуляторов, слуховых имплантов, или для электростимуляции кишечника, при нарушении его перистальтики, позволяя отказаться от постоянной замены или подзарядки внешних источников питания [2].

Мобильный генератор должен проталкиваться до тонкого кишечника и становиться в распорку. Переваренная пища, проходя через мобильный генератор вместе с микрофлорой, будет вырабатывать электроэнергию [3, 4].

Такой генератор должен иметь форму втулки, со столбиком из мембраны, внутри которого находится катод. В корпусе втулки должна находиться плата, преобразующая напряжение и передающая его к импланту. Из способов передачи энергии были выбраны к рассмотрению СВЧ и ЭМИ передатчики. Способ передачи энергии по проводам был отбракован из-за его ненадежности — из-за движений человека провод может оборваться, но помимо этого такой способ передачи энергии сильно усложнил бы установку импланта, соответственно требуется беспроводная передача энергии. Известно четыре способа передачи энергии не по проводам: СВЧ-, ЭМИ, УЗ- и лазерные передатчики. УЗ- и лазерные передатчики требуют прямой видимости приемника и передатчика, поэтому такие передатчики не учитываются.

Важной темой в дальнейшей работе является подбор материалов для корпуса, мембраны и гальванической пары. Все они должны являться безопасными для организма человека, не должны причинять вред слизистой кишечника и не должны повреждаться при контакте с ней [5].

В результате эксперимента были получены интересные результаты по разработке микробного топливного элемента для применения в медицине. Эксперименты подтвердили, что МТЭЛ может генерировать достаточно электроэнергии для работы маломощных имплантов, что открывает новые возможности для их автономного питания. В дальнейшем предстоит оптимизировать конструкцию генератора, разработать более точные способы управления микробной активностью, улучшить характеристики передачи энергии и исследовать взаимодействие материала корпуса с внутренней средой организма.

Литература

- [1] Максимова Ю.Г. Микроорганизмы и углеродные нанотрубки: взаимодействие и области применения (обзор). *Прикладная биохимия и микробиология*, 2019, т. 55, № 1, с. 3–16.
- [2] Кусачева С.А., Сащенко 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.
- [3] Скундин А.М., Воронков Г.Я. *Химические источники тока. 210 лет*. Москва, Поколение, 2010, 352 с.
- [4] Эрбас-Чакмак С. *Роторные и линейные молекулярные двигатели, управляемые импульсами химического топлива*. Москва, Наука, 2017, с. 340–343.
- [5] Ильин В.К., Смирнов И.А., Солдатов П.Э. Исследование электрогенных свойств ассоциаций и монокультур анаэробных бактерий. *Научные чтения памяти К.Э. Циолковского: сб. материалов*. Калуга, 2010. URL: <https://readings.gmik.ru/lectures/2010/tvor> (дата обращения 15.10.2024).

Development and research of a mobile generator based on human microflora

Prudnikov A.F. ¹	b.bolshedor@gmail.com
Kusacheva S.A. ¹	kusachevasa@bmstu.ru SPIN-code: 9634-2198
Safronova M.E. ²	svetlaya.dom@mail.ru
Shendo S.A. ¹	shendo.serafim@gmail.com
Klyshnikov A.Y. ¹	allexeyyy.klyshnik@mail.ru

¹ BMSTU (KB), Kaluga, Russia

² State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The aim of the work is to develop a mobile generator based on human microflora, which could be used to power implants that require electricity. Intermediate goals leading to the completion of the development are: research into galvanic pairs that are harmless to the human body, methods for converting and transmitting electricity, and the development of a device case. At the moment, the research is focused on studying the mechanisms of energy generation and transmission in the human body.

Keywords: MPC, implant, bifidobacteria and lactobacilli, mobile generator

УДК 620.95

Разработка проекта модернизированного микробного топливного элемента с применением магнитного поля

Шендо Серафим Александрович¹

shendo.serafim@gmail.com

Клышников Алексей Юрьевич¹

allexeyyy.klyshnik@mail.ru

Сафронова Мария Евгеньевна²

svetlaya.dom@mail.ru

Кусачева Светлана Александровна¹

kusachevasa@bmstu.ru

SPIN-код: 9634-2198

Булычев Всеволод Валериевич¹

vvbul@bmstu.ru

SPIN-код: 4096-5425

Прудников Алексей Федорович¹

b.bolshedor@gmail.com

¹ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия² ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

Исследование посвящено разработке новой конструкции микробного топливного элемента с закрепленными на поверхностях анода и катода постоянными магнитами и увеличенной площадью катода. Выполнен сравнительный анализ показателей эффективности различных конструкционных решений при создании МТЭЛ. Работа относится к биотехнологии, а именно к биоэнергетике и технической микробиологии, и касается выработки электрической энергии с помощью микроорганизмов в микробных топливных элементах.

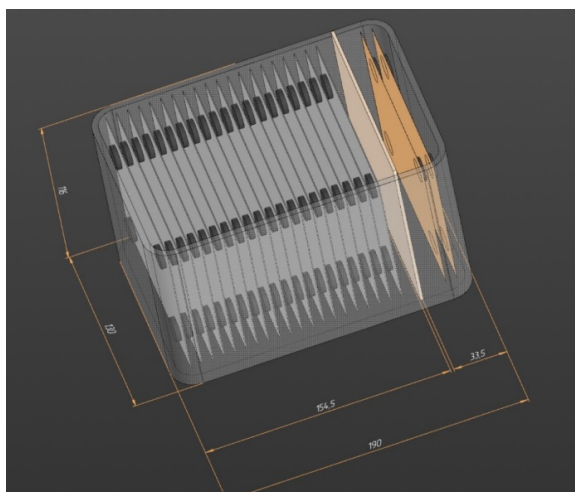
Ключевые слова: МТЭЛ, магнитное поле, увеличение площади поверхности электродов

Из области техники известен ряд устройств на основе непроточных микробных топливных элементов (МТЭ), работающих за счет реакций окисления органических соединений, катализируемой культурами электрогенных бактерий. Такие устройства состоят из анодной и катодной полужеек, разделенных сепаратором. На поверхности анода создают биопленку из электрогенных бактерий, которые в рамках своей жизнедеятельности окисляют сложные органические соединения до более простых и в конечном счете до CO_2 . Недостатком данного подхода являются крайне низкие токи [1, 2].

Также известен биоэлектрохимический топливный элемент, выбранный в качестве прототипа, выполненный в виде ячейки, разделенной протонообменной мембраной на анодную камеру с анодом и катодную с катодом, при этом анодная камера герметична, а катодная аэрируется.

Недостатком данного топливного элемента также являются низкие токи, вызванные низкой интенсивностью процессов генерации электронов на аноде из-за ограниченности площади его поверхности, покрытой биопленкой, а также необходимость дополнительных энергозатрат на аэрацию катодной камеры, что в совокупности снижает эффективность работы устройства [2, 3].

Результат, достигаемый представленным в настоящей работе техническим решением, заключается в повышении эффективности работы микробного топливного элемента за счет увеличения плотности тока и, как следствие, выходной мощности микробного топливного элемента при одновременном снижении энергетических затрат на аэрацию катодной камеры и временных — на подготовку микробного топливного элемента (за счет ускорения получения биопленок в анодной и катодной камерах) [4, 5]. Разработанный микробный топливный элемент содержит анод и катод, выполненные из ферромагнитного материала, на поверхностях анода и катода закреплены постоянные магниты, на поверхностях магнитов, анода и катода размещены пористые слои ферромагнитного токопроводящего порошка фракцией 80–120 мкм (см. рисунок) [6].



Внешний вид МТЭЛ, генерирующего магнитное поле

Разработанная конструкция МТЭЛ была апробирована в КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Экспериментально подтверждены более высокие показатели электрического напряжения, силы тока и генерируемой мощности в сравнении с аналогами, что позволяет судить об эффективности и возможности ее применения для решения задач энергообеспечения и охраны природы.

Литература

- [1] Дебабов В.Г. Микробный электросинтез. *Биотехнология*, 2017, т. 33, № 3, с. 9–28.
- [2] Кусачева С.А., Сашенко И.И., Черняев С.И., Гришаклова В.В., Сафронова М.Е. К вопросу об унификации критериев сопоставления различных микробных топливных элементов. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 12, с. 184–187.
- [3] Мелконян К.К., Лазукин А.А. Электрогенез почвенного микробного топливного элемента при стимуляции внесением глюкозы. *Молодой ученый*, 2021, № 33 (375), с. 81–84. URL: <https://moluch.ru/archive/375/83639/> (дата обращения 15.10.2024).

- [4] Тимофеева С.С., Стом Д.И., Ашаропова Д.О. Растительно-микробные топливные элементы: современное состояние и перспективы использования. *XXI век. Техносферная безопасность*, 2023, т. 8, № 3 (31), с. 307–323.
- [5] Bennetto H.P., Stirling J.L., Tanaka K., Vega C.A. Anodic reactions in microbial fuel cells. *Biotechnology and Bioengineering*, 1983, no. 25 (2), pp. 559–568.
- [6] Gorby Y.A., Yanina S., Mc Lean J.S. [et al.]. Electrically conductive bacterial nanowires produced by *Shewanella oniedensis* strain MR-1 and other microorganisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2006, vol. 103, no. 30, pp. 11358–11363.

Development and research of a mobile generator based on human microflora

Shendo S.A.¹ shendo.serafim@gmail.com

Klyshnikov A.Y.¹ allexeyyy.klyshnik@mail.ru

Safronova M.E.² svetlaya.dom@mail.ru

Kusacheva S.A.¹ kusachevasa@bmstu.ru
SPIN-code: 9634-2198

Bulychev V.V.¹ vbul@bmstu.ru
SPIN-code: 4096-5425

Prudnikov A.F.¹ b.bolshedor@gmail.com

¹ BMSTU (KB), Kaluga, Russia

² State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The study is devoted to the development of a new design of a microbial fuel cell with permanent magnets fixed to the surfaces of the anode and cathode and an increased cathode area. A comparative analysis of the performance indicators of various design solutions in the creation of MTECs is performed. The work relates to biotechnology, namely bioenergetics and technical microbiology, and concerns the production of electrical energy using microorganisms in microbial fuel cells.

Keywords: MTEC, magnetic field, increase in the surface area of the electrodes

УДК 620.95

Исследование показателей эффективности работы микробного топливного элемента с применением магнитного поля

Шендо Серафим Александрович¹

shendo.serafim@gmail.com

Клышников Алексей Юрьевич¹

allexeyyy.klyshnik@mail.ru

Кусачева Светлана Александровна¹

kusachevasa@bmstu.ru

SPIN-код: 9634-2198

Булычев Всеволод Валериевич¹

vvbul@bmstu.ru

SPIN-код: 4096-5425

Сафронова Мария Евгеньевна²

svetlaya.dom@mail.ru

Прудников Алексей Федорович¹

b.bolshedor@gmail.com

¹ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия² ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

Работа посвящена исследованию эффективности новой конструкции микробного топливного элемента с закрепленными на поверхностях анода и катода постоянными магнитами и увеличенной площадью катода и экспериментальному обоснованию ее применения. Выявлены основные конкурентные преимущества представленной разработки в сравнении с известными аналогами. Определены направления повышения КПД и основные параметры технологического процесса. Данная разработка направлена на применение в различных сферах промышленности: ЖКХ, АПК, предприятиях пищевой, перерабатывающей промышленности, туристической отрасли и в быту.

Ключевые слова: МТЭЛ с магнитами, конкурентные преимущества, повышение КПД

В настоящее время известен ряд конструкций микробных топливных элементов (МТЭЛ) — биоэлектрохимических устройств, получающих все более широкое распространение в качестве источников альтернативной энергии. Однако все применяемые решения имеют существенный основной недостаток — достаточно низкий КПД. В настоящей работе приведены результаты лабораторных исследований конструкции МТЭЛ, включающей постоянно действующие магниты и обеспечивающие существенное увеличение плотности тока в сравнении с аналогичными конструкциями. Результаты приведены в табл. 1, 2 [1].

Таблица 1

Значения силы тока и напряжения МТЭЛ без магнитов

Номер замера (интервал 24 часа)	Сила тока, мА	Напряжение, мВ
1	20	200
2	27	280
3	29	300
4	35	350

Таблица 2

Значения силы тока и напряжения МТЭЛ с магнитами

Номер замера (интервал 24 часа)	Сила тока, мА	Напряжение, мВ
1	35	600
2	50	620
3	55	800
4	75	1000

Таким образом, экспериментально показана более высокая эффективность работы МТЭЛ с магнитами в сравнении с исходной аналогичной конструкцией МТЭЛ без магнитов.

Основными результаты работы являются.

1. Определение одного из направлений повышения эффективности работы микробного топливного элемента за счет увеличения плотности тока и, как следствие, выходной мощности микробного топливного элемента при одновременном снижении энергетических затрат на аэрацию катодной камеры и временных затрат на подготовку микробного топливного элемента за счет ускорения получения биопленок в анодной и катодной камерах [2].

2. Разработка и создание лабораторной модели микробного топливного элемента, который содержит анод и катод, выполненные из ферромагнитного материала, на поверхностях анода и катода закреплены постоянные магниты, на поверхностях магнитов, анода и катода размещены пористые слои ферромагнитного токопроводящего порошка [3].

На основании полученных экспериментальных данных, к основным конкурентным преимуществам предлагаемой разработки можно отнести повышение эффективности работы микробного топливного элемента за счет увеличения плотности тока; снижение энергетических затрат на аэрацию катодной камеры; сокращение времени на подготовку микробного топливного элемента за счет ускорения получения биопленки в анодной и катодной камерах [4, 5]. Предлагаемая конструкция может иметь широкое применение в качестве альтернативного источника энергии [6].

Литература

- [1] Дебатов В.Г. Микробный электросинтез. *Биотехнология*, 2017, т. 33, № 3, с. 9–28.
- [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, с. 184–187.
- [3] Решетилов А.Н., Решетилова Т.А., Василев Р.Г. Микробный биотопливный элемент и конвертерное накопление электрической энергии. *I Российский Микробиологический конгресс: сб. тез.* Москва, ООО «ИД «Вода: химия и экология», 2017, 171 с.
- [4] Гуннар Д. *Фильтрующее устройство в виде полый волоконной мембраны и его применение при очистке сточных вод, а также мембранный биореактор.* Патент № RU2004136167А РФ, 2005.

- [5] *Bioreactor for treating effluents by an aerating channel*. Patent no. 2006136672 WO, 2006.
- [6] Miksch K. Selection of the optimum methodology to determine the activity of activated sludge with the help of TTC tests. *Vom Wasser*, 1985, vol. 64, pp. 187–198.

Study of the performance indicators of a microbial fuel cell using a magnetic field

Shendo S.A. ¹	shendo.serafim@gmail.com
Klyshnikov A.Y. ¹	allexeyyy.klyshnik@mail.ru
Kusacheva S.A. ¹	kusachevasa@bmstu.ru SPIN-code: 9634-2198
Bulychev V.V. ¹	vvbul@bmstu.ru SPIN-code: 4096-5425
Safronova M.E. ²	svetlaya.dom@mail.ru
Prudnikov A.F. ¹	b.bolshedor@gmail.com

¹ BMSTU (KB), Kaluga, Russia

² State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The work is devoted to the study of the efficiency of a new design of a microbial fuel cell with permanent magnets fixed to the surfaces of the anode and cathode and an increased cathode area and the experimental justification of its application. The main competitive advantages of the presented development in comparison with known analogues are revealed. The directions for increasing the efficiency and the main parameters of the technological process are determined. This development is aimed at application in various industries: housing and communal services, agro-industrial complex, food and processing industry enterprises, tourism industry and in everyday life.

Keywords: MTEC with magnets, competitive advantages, increasing the efficiency

***Секция 19. Лингвистика,
лингводидактика,
актуальные вопросы
теории и практики перевода***

УДК 004.89

Оценка открытых больших языковых моделей для составления заданий по использованию грамматических конструкций

Бураков Илья Игоревич

burakov.ii@bmstu.ru

SPIN-код: 8273-3094

Артеменко Ольга Александровна

artemenko.oa@bmstu.ru

SPIN-код: 6700-5958

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

Рассмотрена способность открытых больших языковых моделей (БЯМ) выполнять и создавать упражнения по грамматике английского языка. Были протестированы девять моделей с использованием двух запросов. Представлено, что некоторые модели показали результаты, значительно превышающие случайные уровни, в то время как другие испытывали трудности с созданием точных ответов. Сделаны выводы, что БЯМ имеют потенциал успешного применения в образовательных учреждениях для формирования грамматической компетенции английского языка, но может потребоваться их дальнейшее обучение или тонкая настройка для достижения высоких показателей точности.

Ключевые слова: *глубокое обучение, большие языковые модели, обработка естественного языка, искусственный интеллект в образовании*

Нельзя недооценивать роль иностранного языка в будущей профессиональной деятельности студентов технических вузов. Обмен опытом с иностранными коллегами, работа с технической документацией на иностранном языке, перевод спецификаций к оборудованию, участие в международных конференциях: вот лишь несколько из целого спектра задач, которые требуют владения иностранным языком на достаточно высоком уровне и которые придется решать на производстве выпускникам технических вузов.

Однако успешному формированию иноязычной коммуникативной компетентности у студентов неязыковых вузов препятствуют ряд объективных и субъективных факторов, в том числе:

- высокая когнитивная нагрузка в процессе освоения специальных профильных дисциплин;
- несоответствие полученной оценки в средней общеобразовательной школе реальным знаниям абитуриентов при поступлении в вуз; хорошие и отличные оценки выставляются при объективном невладении иностранным языком;
- разнородный уровень владения иностранным языком у студента одной группы, а также различный характер и уровень мотивация к его усвоению;
- отсутствие понимания ведущей роли иностранного языка как основы дальнейшего совершенствования профессиональных знаний и ряд других.

В этой связи особую актуальность получает разработка подходов позволяющих учитывать как индивидуально личностные особенности учащихся,

так и специфику формирования иноязычной коммуникативной компетенции в рамках высшего профессионального образования с целью достижения целевого уровня данного вида компетенции.

Одним из таких подходов, может быть использование больших языковых моделей (БЯМ). Изучающие английский язык имеют возможность с их помощью обнаруживать грамматические ошибки в своих речевых произведениях и вносить необходимые коррективы. Преподаватели иностранных языков все чаще разрабатывают учебно-методические материалы на основе БЯМ. В данном исследовании рассматривается потенциал открытых БЯМ выполнять и составлять задания по применению и распознавание грамматических конструкций естественных языков.

Для развертывания больших языковых моделей был использован фреймворк Ollama [1]. Для облегчения локальных вычислений на стандартном оборудовании были выбраны меньшие модели с 2–8 млрд параметров, в частности Llama 3, Llama 3.1, Llama 3.2 [2], Phi 3, Phi 3.5 [3], Gemma 2 [4], Mistral [5], Neural Chat [6], Starling [7] и Qwen 2.5 [8]. Характеристики моделей указаны в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики используемых моделей

Название модели	Количество параметров, млрд	Размер, ГБ
Llama 3	8	2,0
Llama 3.1	8	4,7
Llama 3.2	3	2,0
Phi 3.5	3	2,2
Gemma 2	2	1,6
Mistral	7	4,1
Neural Chat	7	4,1
Starling	7	4,1
Qwen 2.5	7	4,7

Каждой модели было представлено два запроса.

Complete the following sentences using each of these verbs only once: base, belong, depend, design, estimate, happen, link, rise, subject, undergo. Decide whether each verb should be used in the passive or active voice. A number of tenses are possible in each case. 1. The global incidence of malaria _ to be nearly 120 million cases each year. 2. Interviewers _ extensive training prior to the research. 3. 35 years later, the population of the city _ to 490,000. 4. This analysis _ on the works of Lenin and Mao. 5. The present study _ to compare quantitatively the relative effectiveness of these two methods. 6. They argue that global economic development _ on a strong American economy. 7. Vitamin D deficiency _ to higher risk of heart disease. 8. The caracal is an animal found in Africa and western Asia which _ to the cat family. 9. The water temperature rise in the lake _ at the same

time as increased seismic activity in the area. 10. Tiny cracks appeared in the concrete when it _ to high temperatures.

Make an exercise where students should fill blanks in sentences using each of the these verbs only once: agree, analyse, argue, believe, call for, claim, comment, compare, conclude, conduct, consider, define, demonstrate, describe, discuss. Each verb should be used in the passive or active voice. 5 with active voice and 5 with passive voice. Passive voice is formed with the verb to be and past participle. A number of tenses are possible in each case. After sentences, put correct answers.

Для получения точности работы моделей каждое полученное предложение считается правильным, если для первого запроса был подобран нужный глагол в правильной форме, для второго запроса предложение было составлено правильно, был подобран нужный глагол в правильной форме, был добавлен пропуск для вставки глагола. Если данные условия не были выполнены, предложение засчитывается как неправильно. Также если было сгенерировано большее количество предложений, чем было указано в запросе, лишние предложения не считаются правильными.

Таким образом, точность моделей для первого запроса указана табл. 2, для второго в табл. 3.

Таблица 2

**Точностные характеристики моделей по выполнению задания
на грамматические конструкции**

Название модели	Точность
Llama 3	0,600
Llama 3.1	0,500
Llama 3.2	0,067
Phi 3.5	0,100
Gemma 2	0,400
Mistral	0,080
Neural Chat	0,000
Starling	0,500
Qwen 2.5	0,500

Лучше всего с данным заданием справилась модель Llama 3. Также стоит отметить, что большинство моделей правильно подобрало глагол, но не смогло поставить его в правильную форму.

Таблица 3

**Точностные характеристики моделей по составлению задания
на грамматические конструкции**

Название модели	Точность
Llama 3	0,700

Llama 3.1	0,100
Llama 3.2	0,200
Phi 3.5	0,100
Gemma 2	0,000
Mistral	0,400
Neural Chat	0,533
Starling	0,800
Qwen 2.5	1,000

С данным заданием лучше всего справились модели Llama 3, Starling и Qwen 2.5. Как и в предыдущем задании, модели подобрали подходящие по смыслу глаголы, но не смогли поставить их в правильные формы, кроме Qwen 2.5, которая полностью выполнила задание.

Подводя итоги, оценка открытых больших языковых моделей при решении и создании упражнений по грамматике английского языка дала ценную информацию об их возможностях. Результаты показывают, что некоторые модели, такие как Llama 3 и Qwen 2.5, хорошо справились с обеими задачами, с высокими показателями точности в диапазоне от 0,500 до 1,000. Эти модели продемонстрировали высокий потенциал завершать предложения, используя предложенные глаголы в разных временах, а также создавать упражнения для студентов на заполнение пропусков.

С другой стороны, некоторые модели испытывали большие трудности, такие как Neural Chat и Gemma 2, продемонстрировав низкие показатели точности 0,000 и 0,400 соответственно. Подобные результаты доказывают, что этим моделям может потребоваться дальнейшее обучение или тонкая настройка для улучшения их производительности в упражнениях по грамматике английского языка.

В целом, проведенный анализ подчеркивает потенциальные преимущества использования БЯМ в образовательных учреждениях для преподавания и изучения грамматики английского языка. Используя сильные стороны различных моделей, преподаватели имеют возможность создавать персонализированные и эффективные учебные материалы по иностранному языку, отвечающие индивидуально-личностным потребностям учащихся.

Литература

- [1] *Ollama*. URL: <https://github.com/ollama/ollama> (дата обращения 20.10.2024).
- [2] *The Llama 3 Herd of Models*. URL: <https://arxiv.org/abs/2407.21783> (дата обращения 22.10.2024).
- [3] *Phi-3 Technical Report: A Highly Capable Language Model Locally on Your Phone*. URL: <https://arxiv.org/abs/2404.14219> (дата обращения 23.10.2024).
- [4] *Gemma 2: Improving Open Language Models at a Practical Size*. URL: <https://arxiv.org/abs/2408.00118> (дата обращения 24.10.2024).
- [5] *Mistral 7B*. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.06825> (дата обращения 25.10.2024).

- [6] *Neural-Chat-v3-1*. URL: <https://huggingface.co/Intel/neural-chat-7b-v3-1> (дата обращения 26.10.2024).
- [7] *Starling-7B: Improving LLM Helpfulness & Harmlessness with RLAIIF*. URL: <https://starling.cs.berkeley.edu> (дата обращения 27.10.2024).
- [8] *Qwen2 Technical Report*. URL: <https://arxiv.org/abs/2407.10671> (дата обращения 28.10.2024).

Evaluation of open-source large language models for constructing exercises on the use of grammatical structures

Burakov I.I.

burakov.ii@bmstu.ru

SPIN-code: 8273-3094

Artemenko O.A.

artemenko.aa@bmstu.ru

SPIN-code: 6700-5958

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The ability of open-source large language models (LLMs) to execute and generate English grammar exercises has been examined. Nine models are tested using two queries. It is shown that some models perform significantly above chance levels, while others have difficulty generating correct answers. It has been concluded that LLMs have potential applications in educational environments for teaching English grammar, but may require further training or fine-tuning to achieve high accuracy rates.

Keywords: *deep learning, large language models, natural language processing, artificial intelligence in education*

УДК 81'22

Концепт «молчание» в русской языковой картине мира

Белов Александр Владиславович belovav1@bmstu.student.ru

Белова Елена Витальевна belova_elena@bmstu.ru

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

Исследован концепт «молчание» в русской языковой картине мира. Проведен анализ художественной литературы с целью определения характеристик молчания в сознании русского человека. Выделены основные группы наиболее часто встречающихся характеристик молчания. Сделан вывод, что молчание в сознании русского человека может восприниматься как признак печали, страха или напряженности.

Ключевые слова: молчание, определение понятий, анализ текстов, лингвистический анализ

В толковых словарях молчание определяется, как «отсутствие каких-либо звуков, полная тишина» [1]. Действительно, молчание часто воспринимается как отсутствие общения, однако оно может нести значительный смысл и быть важной частью коммуникации. В разных культурах и контекстах молчание может означать согласие, несогласие, неудовлетворенность, размышления или даже глубокую эмоциональную реакцию. Молчание не является просто отсутствием речи, а имеет свои функции и может передавать важные смыслы, которые иногда не уступают сказанному слову. Молчание может быть многозначным, и его истинный смысл часто раскрывается только после произнесения слов. В процессе общения невербальные сигналы собеседника помогают расшифровать его молчание, а в литературе авторские ремарки создают атмосферу, позволяя читателю понимать чувства молчащих персонажей [2].

На данный момент изучение молчания в лингвистике имеет довольно разрозненный характер, что создает трудности с его классификацией. Определение основных подходов к различению типов молчания помогает решить одну из ключевых задач научного анализа этого коммуникативного явления — установить методы его исследования и разработать алгоритм для его интерпретации. Примеры молчания включают молчание слушателя, которое отражает нормы вежливости, или молчание, выполняющее определенные функции в различных дискурсивных практиках [3]. К примеру, О.Ю. Ефимова исследует молчание как риторический прием косвенного педагогического воздействия [4], а Т.Р. Копылова выделяет новый вид молчания, характерного для юридического дискурса — регламентируемое молчание [3].

Для более четкого понимания концепта молчания в русском сознании был проведен анализ примеров из различных художественных и публицистических источников, содержащих слово «молчание». Для поиска примеров использовался Национальный корпус русского языка [5]. Национальный кор-

русского языка представляет собой мощный ресурс для изучения и анализа языка. Он содержит миллионы текстов, что помогает пользователям глубже осознать разнообразие русского языка. Одним из ключевых аспектов работы с корпусом является анализ статистических данных.

Всего было проанализировано 346 примеров из 150 источников: 110 примеров не имели определения; 44 имели определение, относящиеся ко временным отрезкам; 42 прилагательных, относящихся к слову «молчание», имели отрицательное значение; 28 не были эмоционально окрашены; 22 имели положительную коннотацию. Мы не брали в расчет примеры, не имеющих определений к слову «молчание», однако необходимо отметить, что общий смысл большинства предложений со словом «молчание» имел отрицательную смысловую окраску.

От молчания пытаются избавиться: «Желая смять молчание, Николай Терентьевич сказал прямодушно и беспечно» (В. Гроссман. Жизнь и судьба. Ч. 1 (1960)).

Молчание вселяет страх и ужас: «Мама ничего не сказала, только плотнее сжала губы. Это молчание было всего страшнее. «Мамочка, ну же, ну, — плача, — побей же меня, побей!» (И. Грекова. Перелом (1987)).

К нейтральным характеристикам «молчания» нами были отнесены: «полное молчание»; «некоторое молчание»; «всеобщее молчание»; «ночное молчание», и. т. п. Данные словосочетания описывают ситуацию в целом, характеризуют обстановку, в которой происходит акт молчания.

В отдельную группу нами были отнесены определения, обозначающие время. Употребление слова «молчание» в контексте временных отрезков, таких как «долгое молчание», «непродолжительное молчание», «секундное молчание», «двухминутное молчание» и т. п., может иметь несколько значений и интерпретаций. Вот некоторые из них.

1. Эмоциональная нагрузка: долгое молчание часто ассоциируется с напряжением, неловкостью или даже драматизмом. Оно может указывать на то, что в ситуации присутствует эмоциональный заряд, например, страх, неуверенность или необходимость обдумать важный вопрос.

Недолгое молчание может восприниматься как естественная пауза в разговоре, позволяющая собеседникам обдумать сказанное или подготовиться к следующему обмену мнениями.

2. Контекст общения: в зависимости от длительности молчания, оно может сигнализировать о разных социальных особенностях коммуникации. Например, долгое молчание в беседе может означать, что один из участников не хочет продолжать разговор или не знает, что сказать. Краткие паузы могут использоваться для акцентирования внимания на определенных моментах в разговоре.

3. Время как характеристика: молчание может восприниматься по-разному в зависимости от его продолжительности — чем дольше оно продолжается, тем большее значение ему придается.

4. Психологический аспект: молчание может отражать внутренние процессы, такие как рефлексия или принятие решения. Длительное молчание

может указывать на необходимость времени для обработки информации или эмоций.

Среди примеров, имеющих определение к слову «молчание» с положительным значением, нами были выделены следующие группы:

- определения, раскрывающие причину молчания: «сытое молчание»;
- определения, придающие значимость молчанию: «ценное молчание»; «великое молчание»; «удивительное молчание»;
- определения, показывающие отношение к собеседнику: «терпеливое молчание»; «уважительное молчание»; «сочувственное молчание»;
- определения, указывающие на состояние самого молчащего: «решительное молчание»; «созерцательное молчание»; «благоговейное молчание».

При анализе словосочетаний с отрицательной коннотацией, было выявлено, что наиболее часто встречающимися были определения, имеющие отношение к смерти и скорби: «гробовое молчание»; «скорбное молчание»; «погребальное молчание»; «горестное молчание», «мрачное молчание». Данное явление подтверждает высказывание Н.Д. Арутюновой: «Об ушедших из жизни говорят, что они навек умолкли. Речь ассоциируется с жизнью, молчание — со смертью» [6].

Также, частыми были определения, раскрывающие внутреннее состояние молчащего или обстановку вокруг него: «опасливое молчание»; «тревожное молчание»; «настороженное молчание»; «угрюмое молчание»; «насупленное молчание».

Определения, показывающие отношение к собеседнику: «презрительное молчание»; «неодобрительное молчание»; «недоброжелательное молчание».

Определения, характеризующее само молчание: «гнетущее молчание»; «тяжелое молчание».

Анализ примеров позволил сделать вывод, что в сознании русских людей молчание в большей степени имеет отрицательную коннотацию, ассоциируется с грустью, смертью, одиночеством. Молчание может восприниматься как признак печали, страха или напряженности. В ситуациях, когда люди не говорят, это может указывать на негативные эмоции или конфликты. В обществе молчание иногда интерпретируется как отказ от общения или нежелание делиться мыслями и чувствами, что может создавать атмосферу напряженности или недопонимания.

Молчание является мощным инструментом в коммуникации, который может передавать сложные эмоции и идеи. Понимание его роли требует учета культурного контекста и невербальных аспектов общения. Исследование молчания открывает новые горизонты в понимании человеческой коммуникации и взаимодействия.

Литература

- [1] Евгеньева А.П., ред. *Словарь русского языка. В 4 т.* Москва, Полиграфресурсы, 1999.
- [2] Чепанова Е.И. Прагматические функции акта молчания как элемента коммуникации (на материале современного немецкого языка). *Вопросы журналистики, педагогики, языкознания*, 2010, № 18 (89), с. 167–174.
- [3] Копылова Т.Р. Молчание: от концепта к русскому коммуникативному поведению (особенности формирования). *Вестник Удмуртского университета. Сер. История и филология*, 2015, № 2, с. 27–32.
- [4] Ефимова О.Ю. Молчание как риторический прием косвенного педагогического воздействия. *Записки Горного института*, 2005, № 2, с. 163–165.
- [5] *Национальный корпус русского языка — представительная коллекция текстов на русском языке общим объемом более 2 млрд слов, оснащенная лингвистической разметкой и инструментами поиска.* URL: <https://ruscorpora.ru/> (дата обращения 11.10.2024).
- [6] Арутюнова Н.Д. *Молчание: контексты употребления. Логический анализ языка. Язык речевых действий.* Москва, Наука, 1994, с. 107–136.

Silence in the Russian linguistic world picture

Belov A.V. belovav1@bmstu.student.ru

Belova E.V. belova_elena@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the concept of “silence” in the Russian linguistic world picture. An analysis of literature was conducted to determine the characteristics of silence in the consciousness of a Russian person. The main groups of the most common characteristics of silence were identified. It was concluded that silence in the consciousness of a Russian person can be perceived as a sign of sadness, fear or tension.

Keywords: *silence, definition of concepts, text analysis, linguistic analysis*

УДК 372.881.111.1

Контекстуально-лексический подход к формированию иноязычной коммуникативной компетенции в техническом вузе

Береза Татьяна Витальевна

berezatv@bmstu.ru

Артеменко Ольга Александровна

artemenko.aa@bmstu.ru

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

Рассмотрены особенности контекстуально-лексического подхода при обучении иностранным языкам. Доказаны преимущества изучения лексико-грамматических единиц и конструкций в контексте. Обоснована эффективность данного подхода в процессе формирования иноязычной коммуникативной компетенции. Приведены задания для выявления и закрепления языковых шаблонов на занятиях по дисциплине «Иностранный язык (английский)» в техническом вузе.

Ключевые слова: лексический подход, контекстуализация, обучение иностранным языкам, фразеологизмы, устойчивые словосочетания, иноязычная коммуникативная компетенция

В условиях глобализации и проникновения иностранного языка во все сферы жизни ключевую роль в профессиональной подготовке специалистов технических вузов играет изучение иностранных языков. Зачастую при выборе методики обучения иностранным языкам, предпочтение отдается традиционно-грамматико-переводному методу. В связи с этим, возникает ситуация перекося, когда студент знает грамматические правила и может читать и переводить научные статьи, но не в состоянии построить высказывание из нескольких предложений по определенной тематике или поддержать разговор на бытовую тему.

Данная проблема не может быть объяснена нехваткой словарного запаса, ведь студенты постоянно сталкиваются с новой лексикой, изучая тексты, выписывают ее в словарь, с последующим заучиванием, выполняют различные подстановочные упражнения, пишут словарные диктанты и т. д. Нередко обучающиеся испытывают трудности в построении фраз из имеющегося арсенала разрозненных слов. Эта неспособность компоновать лексические единицы между собой приводит к очень медленному темпу речи, а также долгим паузам в устном ответе.

Решением данной проблемы является внедрение контекстуально-лексического подхода в обучение студентов технических вузов с целью улучшения коммуникативных навыков.

Основоположником «лексического подхода» считается М. Льюис. В своей книге «Лексический подход» он подробно описывает, почему «язык — это лексика, оформленная грамматически, а не грамматика, наполненная лексикой» [1]. Автор объясняет данное утверждение тем, что именно правильное употребление фраз позволяет передать смысл высказывания, а не использо-

вание грамматических конструкций как таковых. В лексике содержится больше смысла, чем в грамматической конструкции. И если делать акцент на коммуникации, что является общим трендом в обучении иностранным языкам, то ключевое внимание необходимо уделять именно лексике. Это обусловлено тем, что назначением языка является создание поля смыслов и последующий обмен ими. Ведь именно функция номинализации была присуща языку-основе, которая предполагала название явлений и присвоение им имен [1]. Этот подход, однако, не отрицает изучение грамматики, а лишь смещает с нее акцент, предлагая преподавателю умело вплетать грамматические конструкции в канву фраз.

Для сравнения возьмем два упражнения на подстановку глаголов в прошедшем времени, где в первом необходимо поставить глагол в нужную форму в каждом отдельном предложении, не связанном общим содержанием, а во втором — сделать то же самое, но в диалоге или тексте. Очевидно, что первый вариант, состоящий из разрозненных фраз, лишенных контекста, уступает второму, описывающему целостное событие. С коммуникативной точки зрения логически выстроенный текст или даже отрывок несет понимание внутри лексических взаимосвязей между словами, а наличие живых разговорных фраз показывает варианты их применения в различных ситуациях.

Другой пример на построение безличных предложений. Студентам представлены грамматические обороты «there is / there exist / there has appeared», которые переводятся на русский язык безличными оборотами «существует / имеется / появилось». Как правило, при переводе с русского на английский или при самостоятельном оформлении фраз такие конструкции вызывают затруднения у студентов. Фраза «существует много способов» ставит их в тупик. Обучающимся необходимо предложить алгоритм оформления целостного высказывания на иностранном языке. Используя готовые фразы и грамматические конструкции с целью проработки безличных предложений, можно заложить основу для их дальнейшего использования в презентации, диалоге или описании изобретения. При рассмотрении лексических словосочетаний, например, в разделе «Транспорт» фразу “to carry passengers” необходимо включать в задания для запоминания в виде устойчивого словосочетания, без деления на “to carry” и “a passenger”. Таким образом, предложение: There are many ways to carry passengers будет содержать три лексико-грамматические единицы (there are / many ways / to carry passengers) вместо семи.

Таким образом, студент оперирует готовым набором устойчивых словосочетаний и учится выделять языковые шаблоны и фрагменты, причем как лексические, так и грамматические. Н. Шмитт в своей книге “Vocabulary in language teaching” утверждает, что мозг хранит и обрабатывает эти лексические фрагменты, как отдельное целое. Вследствие чего увеличивается скорость усвоения языка и беглость речи, так как обучающийся не тратит время на то, чтобы обдумать что с чем скомбинировать. Кроме того, автором замечено, что мозг может хранить огромные объемы структурированной информации в долговременной памяти [2].

К таким же выводам приходят А. Поли и Ф. Сайдер говоря, что лексический подход неизменно приведет к более высоким темпам усвоения языка, а также более быстрому извлечению готовых фраз-конструкций в нужный момент речи по сравнению с мысленным перебором разрозненных слов и соединением их в последующие словосочетания [3], т. е. обучающийся не думает над тем, что с чем скомбинировать, а озвучивает готовые фразы в данной конкретной ситуации.

Ниже приведем ряд заданий, направленных на закрепление иноязычных лексических единиц и устойчивых словосочетаний; они могут быть успешно совмещены с отработкой грамматических конструкций:

- найти и выписать устойчивые фразы из текста (фразовые глаголы, фразы, относящиеся к определенной теме или описывающие конкретное явление, термины, события в прошлом, настоящем или будущем);

- создать новые словосочетания по аналогии (или отсортировать из предложенных те, которые можно употреблять применительно к конкретной ситуации). Например: to cause — harm / traffic accident / to complain;

- найти словосочетания типа глагол + существительное, глагол to be + прилагательное и т. д.;

- услышать и записать продолжения фраз из аудио фрагмента (начала фраз даны) или услышать и вставить пропущенные выражения;

- нарисовать лексическое дерево, когда с центральным словом нужно образовать как можно больше словосочетаний разного рода;

- найти и сопоставить синонимичные или антонимичные фразы;

- составить предложения (диалог, сочинение) из данных словосочетаний;

- вести таблицы по тематике или ключевому слову [4].

Суть вышеописанных заданий, как и лексического подхода в целом, сводится к тому, чтобы научиться выделять языковые шаблоны, включая грамматические конструкции, и оперировать готовым набором словосочетаний, объединяя их в более масштабные, законченные высказывания.

Что касается контекстуализации, наряду с многочисленными определениями иностранных авторов необходимо привести определение Н.И. Мирошниченко. «Контекстуализация — это осмысление текста в рамках исторического, биографического или культурного контекста», причем оценки и умозаключения, основанные на личном опыте, должны отойти на второй план, а события прошлого должны восприниматься сквозь систему ценностей и особенности того времени, т. е. в контексте, критически оценивая разницу между реалиями современности и прошлого [5].

Так, в рамках аудиторных занятий при подготовке устного высказывания по теме “History of the English language” необходимо начинать с анализа исторических событий прошлого и условий формирования, а также развития английского языка в историко-временном контексте. При этом сложные идеи необходимо описывать более точными и емкими понятиями. Причем усложняется не грамматическая составляющая, а именно лексическая. Например, для того чтобы подчеркнуть отличия древнеанглийского языка от современ-

ного его варианта недостаточно использовать фразы *it was different* и *hard to understand*. Более емкими и эмоционально окрашенными будут прилагательные: *incomprehensible, confusing, alien*.

Контекстуально-лексический метод обучения в полной мере отвечает запросам на коммуникацию. Коммуникативный подход задает вектор развития, то, что хотим получить на выходе, а именно подготовить студента к общению в технической среде. Выполняя задания на подстановку, сопоставление, сортировку устойчивых словосочетаний студент учится оперировать готовыми смысловыми единицами, что способствует их более быстрому усвоению и последующему извлечению, а значит качественно улучшается владение иностранным языком. При этом если эти упражнения имеют вид связного текста, логического отрывка или диалога, это будет способствовать пониманию внутри лексических взаимосвязей между словами, а, следовательно и развитию языковой интуиции.

Литература

- [1] Lewis M. The lexical approach. The state of ELT and a way forward. Thomson, 2002, pp. 89–141.
- [2] Schmitt N. Vocabulary in language teaching. Cambridge university press, 2000, pp. 102–129.
- [3] Pawley A., Hodgetts F. Two puzzles for linguistic theory: Nativelike selection and nativelike fluency. Routledge, Language and communication, 1983, pp.191–225.
- [4] Иголкина М.И., Язынина В.С. Лексический подход к обучению иностранному языку в техническом вузе. Гуманитарный вестник, 2022, вып. 1, с. 1–4.
<http://doi.org/10.18698/2306-8477-2022-1-763>
- [5] Мирошниченко Н.И. Развитие критического мышления учащихся на уроках иностранного языка (немецкого). Вестник ТГПИ, 2013, спецвыпуск № 1, с. 4–5.

Contextual-lexical approach to the formation of foreign language communicative skills in a technical university

Bereza T.V. berezatv@bmstu.ru

Artemenko O.A. artemenko.aa@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the features of the contextual-lexical approach in teaching foreign languages. The work is based on the study of lexical and grammatical phrases in their context. The importance of using this approach in teaching as an effective means to achieve communicative goals is explained. Exercises to identify and consolidate language patterns among students of technical specialities are given.

Keywords: *lexical approach, contextualization, teaching foreign languages, phraseological units, set expressions, collocations, communicative skills*

УДК 81

Анализ языковых особенностей английских фишинговых писем и их восприятие пользователями, для которых английский не является родным

Тихонов Н.А. nikitatihonov432@mail.ru

Полякова К.А. kir.polyackowa@yandex.ru

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

Проанализировано влияние лингвистических особенностей английских фишинговых писем на восприятие пользователей, для которых английский язык не является родным. Рассмотрены ключевые приемы, используемые мошенниками для манипуляции восприятием. Также были изучены практические рекомендации по выявлению фишинговых писем, что делает результаты работы полезными для пользователей, нуждающихся в защите от фишинга.

Ключевые слова: *фишинг, лингвистический анализ, восприятие, английский язык*

В английских фишинговых письмах часто встречаются шаблоны и форматы, незнакомые для пользователей, чей родной язык не является английским. Исследования показывают, что такие пользователи реже замечают уловки, поскольку недостаточно знакомы с характерными чертами английских фишинговых сообщений [1]. Например, участники исследования из Южной Кореи отметили, что, по сравнению с корейскими фишинговыми письмами, английские кажутся более разнообразными и изощренными, что вызывает трудности в их распознавании [2]. Этот языковой барьер увеличивает вероятность того, что не носитель английского языка окажется уязвим перед фишингом, в то время как опыт общения с фишингом на родном языке помогает пользователям быстрее узнавать подобные угрозы [3].

Пользователи, не владеющие английским языком, часто испытывают сложности в восприятии контента фишинговых писем. Как показали опросы, такие пользователи нередко сталкиваются с чувством тревоги при попытке понять содержание английских писем, что мешает им принимать обдуманные решения. Один из участников отметил: «Я не очень хорошо знаю английский и практически ничего не понимаю в английских письмах», — что подчеркивает ключевую проблему, связанную с ограниченными навыками языка [3].

В ответ на такую проблему некоторые участники используют онлайн-переводчики, однако их точность остается низкой, и переведенные тексты порой еще больше запутывают пользователей. В результате значительная часть таких писем либо остается без внимания, либо побуждает пользователей к «проверочным» действиям, таким как переход по ссылкам, что создает риск для безопасности. Кроме того, такие пользователи сталкиваются с трудностями при поиске информации в интернете о подозрительных письмах на английском языке. Многие отметили, что используют интернет для поиска

похожих случаев фишинговых атак на родном языке, что позволяет быстрее выявить угрозу. Однако ограниченные знания английского усложняют просмотр и понимание результатов поиска, снижая шансы выявить фишинговое письмо. Этот фактор накладывается на общую трудность восприятия фишинговых писем на иностранном языке, еще больше повышая риск.

Плохое владение английским языком нередко приводит к тому, что пользователи либо игнорируют английские письма, либо не обращают должного внимания на их содержание [4]. Это дает как позитивный, так и негативный эффект: игнорирование писем снижает вероятность наткнуться на фишинговую угрозу, но может привести к пропуску важных сообщений. Для тех, кто все же читает английские письма, недостаток знаний может быть критическим — не замечая специфических уловок, такие пользователи чаще попадают в ловушки [5].

Важно отметить, что в некоторых случаях пользователи больше доверяют английским письмам из-за того, что не замечают привычных «подозрительных» деталей, которые видны в сообщениях на родном языке. К примеру, ссылки в английских письмах могут не выделяться на фоне основного текста, что увеличивает вероятность того, что пользователь перейдет по ним. Это снижает эффективность привычных защитных стратегий и подчеркивает значимость обучения выявлению фишинга на чужом языке.

Важным показателем обмана в фишинговых письмах является использование определенных лингвистических приемов, которые могут быть незаметны для пользователей с ограниченными навыками английского языка. К таким приемам относятся:

- «Посторонняя информация». В фишинговых текстах часто встречаются фразы, не относящиеся к сути вопроса, как средство уклонения от прямого ответа. Это помогает обманщику уйти от ответственности и дистанцироваться от содержания лжи. Например: *I have nothing to hide, and I'm just an honest person trying to help you.* «Мне нечего скрывать, и я просто честный человек, который пытается вам помочь»;

- «Эквивокация». Мошенники могут использовать расплывчатые и двусмысленные фразы, такие как *maybe* (возможно) или *kind of* (отчасти), чтобы создать впечатление неопределенности и дистанцироваться от описываемого. Например: *It might be a good opportunity, kind of what you're looking for.* «Это может быть хорошая возможность, вроде того, что вы ищете»;

- «Непредусмотренное отрицание». Обманщики используют отрицательные конструкции, чтобы скрыть свою причастность к чему-либо. Например: *I never had anything to do with this kind of activity.* «Я никогда не имел отношения к такого рода деятельности»;

- «Пассивный залог». Пассивные конструкции позволяют скрыть субъект действия, что создает ощущение отстраненности от описанного. Например: *Mistakes were made in the process.* «Ошибки были допущены в процессе»;

- «Модерирующие наречия». Злоумышленники применяют наречия для усиления или смягчения высказываний и создания временных переходов. Например, *just* (только), *really* (действительно) и *then* (затем). Пример: *I hon-*

estly don't really know what happened then. «Честно говоря, я действительно не знаю, что произошло затем».

Эти приемы помогают злоумышленникам манипулировать восприятием получателя, и понимание этих особенностей может помочь пользователю в своевременном выявлении признаков фишинга [6].

Исследование, представленное в статье [2], выявило значимые различия в способности участников из разных стран распознавать легитимные веб-сайты. Однако были незначительные различия в знаниях о фишинге, общей безопасности, показателях оценки риска и знакомстве с веб-сайтами. Это указывает на существование других, неучтенных факторов, влияющих на устойчивость к фишингу.

Одним из предложений исследования является создание глобального эталона для противодействия фишинг-атакам. Такой эталон, включающий демографические и профессиональные особенности пользователей, мог бы направить разработку эффективных мер защиты от фишинга и поддержать исследования в области социальной инженерии. Важно учитывать культурные различия и сходства, чтобы обеспечить глобальные исследования в этой области, а также улучшить методы защиты [1].

На представленных ниже примерах фишинговых писем можно наблюдать использование различных стратегий обмана.

Пример 1: Благотворительное письмо

Mrs. **Melinda Cruz**<melindacruz40798@yahoo.com>

From Mrs. **Melinda Cruz Charitable** Donation.

Dearest in **Christ**, Greetings in the name of our **lord Jesus Christ**. I am Mrs. **Melinda Cruz**, an aging **widow** (69 years old) suffering from long time **illness** breast **Cancer** and **Cancer** of the lungs, I am currently admitted in a private **hospital** here in **Abidjan Cote D'Ivoire**. I have some funds I inherited from my late loving husband, the sum of US\$ \$ 2 million dollars which he deposited with a bank in **Abidjan**. I am looking for a honest and **God** fearing person that can use these funds for **God's** work also creating a charitable organization for the less privileged, helping the elderly, the poor, also the war and HIV/AIDS victims, and 15% out of the total funds will be for your compensation for doing this work. I found your email address from the internet and I decide to contact you after my prayers hoping that you will not betray the trust. If you could be able to do this work, please email me back for more detail on how it could be done. I wait for your positive reply.

Your Sister in **Christ**, Mrs. **Melinda Cruz**.

Первый пример представляет собой письмо от некой Мелинды Круз, которая описывает себя как пожилую вдову, больную раком. Письмо оформлено в религиозном контексте, что часто используется для манипуляции эмоциями жертвы. Ключевые слова, выделенные в письме, включают:

– Jesus Christ, God — использование религиозной лексики для создания доверия и связи с жертвой;

– Cancer, widow — подчеркивание уязвимости отправителя с целью вызвать сочувствие;

– Abidjan, Cote D' Ivoire — использование географических названий для создания иллюзии правдоподобности;

– 2 million dollars — обещание крупной суммы денег для вовлечения жертвы в мошенническую схему.

Такие письма относят к категории благотворительных фишинговых писем, где мошенники пытаются играть на чувствах сострадания, предлагая пожертвовать деньги или поучаствовать в благотворительном проекте.

Пример 2: Письмо с предложением о получении банковской карты

dhloffice 983@gmail.com

We have registered your **ATM MASTER** CARD of US \$(92.55M)with DHL Courier Company with the registration code of (Shipment Code awb33xzs) please kindly Contact them with your full delivery information such as follows to enable you receiver your **ATM MASTER** CARD in six working days from the DHL Courier Company department as well.

Your Full Name....

Your Full Address.....

Your Telephone Number.....

Your Passport copy.....

Your Age.....

Your Occupation.....

Name of Director: MR.**RICHARD MARK**

Call me :+229-51037495

Contact E-mail: **rm8401926@gmail.com**

Best Regard

MR.**RICHARD MARK**

Второй пример демонстрирует письмо от лица, якобы представляющего DHL и обещающего доставку банковской карты с крупной суммой денег. Выделенные ключевые фразы включают:

– **ATM MASTER CARD** — использование фразы для создания впечатления легитимности финансовой операции;

– 92.55M — огромная сумма денег, которая сразу привлекает внимание и мотивирует к действию;

– MR. RICHARD MARK — упоминание конкретного имени для придания письму авторитета;

– **Call me**, **Contact E-mail** — типичный прием фишеров, где жертву просят предоставить личные данные для дальнейшего взаимодействия [5].

Сегмент деловых предложений (64, 32 %). Фишинговые письма делового характера часто содержат предложения о сотрудничестве в проекте, инвестициях, заключении контракта или о возможности ведения бизнеса. Часто такие письма обещают высокую зарплату и привилегии, а также могут включать предложения о сотрудничестве в сфере IT или медоборудования. Это может восприниматься как надежное предложение и затрудняет его распознавание как фишинг.

Сегмент благотворительности (41,21 %). Сценарий таких писем обычно включает просьбы от лица пожилой вдовы, которой осталось жить всего не-

сколько недель. Письмо затрагивает религиозные мотивы и просит получателя создать благотворительный фонд с обещанием вознаграждения. Примеры ключевых слов: рак, болезнь, вдова, Господь (перевод: cancer, illness, widow, God, Christ, Lord).

Сегмент фондов (35,18 %). Этот сегмент включает письма, обещающие денежные вознаграждения или активы, полученные из фондов (например, компенсационные фонды для жертв мошенничества, фонды Международного валютного фонда и т. д.). Примеры ключевых фраз: компенсационный фонд, наследство (перевод: compensation fund, inheritance).

Сегмент переводов (29,15 %). Здесь отправитель запрашивает помощь в переводе денег или активов с обещанием процента от суммы. В этих письмах злоумышленники утверждают, что деньги были найдены на «свободном» счете и что операция безопасна. Примеры ключевых слов: перевод, деньги, золото, алмазы (перевод: transfer, money, gold, diamonds).

Прочие сегменты (31,16 %). Эти письма не имеют большой значимости по объему, но включают предложения займа, повторный контакт и эротические предложения, что также часто встречается в спам-письмах [5].

Фишинговые письма — это ловушки, созданные мошенниками, чтобы обмануть людей и получить доступ к их личным данным или деньгам.

Мошенники используют лингво-психологические приемы, чтобы манипулировать людьми.

Литература

- [1] Jones L., Davis M. *The Impact of Language Proficiency on Phishing Susceptibility*, 2023, 256 p. — Издатель? Или название журнала, если это статья
- [2] Anderson S. *Cross-Cultural Differences in Phishing Susceptibility*, 2022, 198 p. — Издатель? Или название журнала, если это статья
- [3] Ayako A., Naomi Y., Mitsuaki A. *Why They Ignore English Emails: The Challenges of Non-Native Speakers in Identifying Phishing Emails*, 2021, 21 p. — Издатель? Или название журнала, если это статья
- [4] Reddy G. *Cross-National Study on Phishing Resilience*, 2021, 12 p. — нашла вот такую статью https://www.researchgate.net/publication/350978906_Cross-National_Study_on_Phishing_Resilience
- [5] Ladislav B., Petr M., Kamil H., Pavel K. Analysis of phishing emails. *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 2021, vol. 5(1), pp. 93–116. <https://doi.org/10.3934/electreng.2021006>
- [6] Hyisung C.H., David M., Vincent S. Linguistic Cues of Deception across Multiple Language Groups in a Mock Crime Context. *J. Investig. Psych. Offender Profil.*, 2016, vol. 13, pp. 56–69. <https://doi.org/10.1002/jip.1442>

Analysis of the linguistic features of English phishing emails and their perception by users for whom English is not their native language

Tikhonov N.A.

nikitatihonov432@mail.ru

Polyakova K.A.

kir.polyackowa@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In this article, the influence of linguistic features of English phishing emails on the perception of users for whom English is not their native language was analyzed. The key techniques used by scammers to manipulate perception are considered. Practical recommendations for detecting phishing emails were also studied, which makes the results of the work useful for users who need protection from phishing.

Keywords: phishing, linguistic analysis, perception, English

УДК 004.89

Перспективы использования искусственного интеллекта для разработки методических материалов по дисциплине «Иностранный язык» в техническом вузе

Хлопков Кирилл Дмитриевич

crhrtt051@mail.ru

Артеменко Ольга Александровна

artemenko.oa@bmstu.ru

SPIN-код: 6700-5958

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

Рассмотрены возможности применения современных систем искусственного интеллекта для создания методических материалов по дисциплине «Иностранный язык (английский)» в техническом вузе. Проведено тестирование с последующим сравнительным анализом результатов обработки запросов тремя крупными ИИ-моделями: ChatGPT (OpenAI), GigaChat (Сбер) и Perplexity AI, с целью изучения их потенциала для подготовки лексико-грамматических заданий по английскому языку. Показано, как каждая из систем, протестированных ИИ справляется с задачей генерации предложений с заданными фразами и конструкциями, выделены сильные и слабые стороны каждой системы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, иностранный язык, учебные материалы, пассивный залог, технический университет

Введение. В последние годы искусственный интеллект стремительно интегрируется в различные сферы деятельности, становясь незаменимым помощником в решении множества задач [1]. Особенно заметен прогресс в области образования, где использование ИИ открывает новые горизонты для повышения эффективности учебного процесса [2]. Целью данного исследования является оценка возможностей трех ведущих ИИ-моделей — ChatGPT от OpenAI, GigaChat и Perplexity AI в контексте формирования лексико-грамматических упражнений по английскому языку. Эти модели представляют собой мощные инструменты, способные генерировать одиночные предложения или тексты различной сложности и направленности [3]. Данное исследование направлено на выявление сильных и слабых сторон каждого ИИ-инструмента, чтобы определить их возможность их применения в образовательной практике и выявить потенциал для дальнейшего развития в этой сфере.

Задачи и методы исследования. Основной задачей исследования является сравнение эффективности использования данных моделей для генерации предложений и заданий с параметрами, заданными преподавателем.

Для решения поставленных задач проведен эксперимент: каждой из моделей был задан одинаковый запрос на составление примеров предложений в пассивном залоге с использованием следующих фраз: as opposed to, as well as etc. Кроме того, перед моделями стояла задача: составить свое 10 предложение по следующей структуре: The global incidence of malaria _____ to be

nearly 120 million cases each year и заполнить пропуски используя указанные глаголы: base, belong etc.

Анализ возможностей моделей в создании лексико-грамматических заданий.

ChatGPT (<https://chat.openai.com>). ChatGPT от OpenAI — это ИИ-модель, которая демонстрирует высокий уровень языковой компетенции и гибкости в интерпретации запросов.

Примеры выполненных упражнений as opposed to

Запрос: *"Give English sentences in passive voice using 'as opposed to'"*

Ответ ChatGPT: The proposal was accepted as opposed to being dismissed by the board.

as well as

Запрос: *"Give a sentence in passive voice using 'as well as'"*

Ответ ChatGPT: New techniques were adopted as well as traditional methods.

Использование активных и пассивных конструкций с заданными глаголами.

The price of commodities **is estimated** to fluctuate in the coming years.

Таким образом, ChatGPT показал себя достаточно надежным инструментом для формирования заданий с учетом параметров.

GigaChat (<https://giga.chat/>). GigaChat, разработанная Сбером, является российской ИИ-моделью, которая ориентирована на поддержку русского языка, но также способна работать и с английским.

Примеры выполненных упражнений

such as

Запрос: Give a sentence in passive voice using 'such as

Ответ GigaChat: Methods such as this were used in the project.

in spite of

Запрос: Provide a sentence in passive voice using 'in spite of

Ответ GigaChat: The work was completed in spite of many obstacles.

Использование активных и пассивных конструкций с заданными глаголами: The production costs **are estimated** to increase by 10 %.

Таким образом, GigaChat показывает неплохие результаты в построении простых предложений в пассивном залоге, но иногда создает менее сложные и менее естественные конструкции.

Perplexity AI (<https://www.perplexity.ai>). Perplexity AI — это современная модель искусственного интеллекта, разработанная для поддержки работы с английским языком.

Примеры выполненных упражнений

such as

Запрос: Give a sentence in passive voice using 'such as

Ответ Perplexity AI: Procedures such as these were implemented across departments.

in spite of

Запрос: Provide a sentence in passive voice using 'in spite of

Ответ Perplexity AI: The project was completed in spite of numerous challenges.

Использование активных и пассивных конструкций с заданными глаголами:

The population growth rate is **estimated** to be 1.2 % annually.

Таким образом, Perplexity AI уверенно работает с более сложными структурами и лексикой, что делает ее полезной для создания материалов на продвинутом уровне.

Результат исследования. Каждая из четырех моделей — ChatGPT, GigaChat и Perplexity AI — обладает уникальными особенностями, определяющими ее применимость для создания учебных материалов по английскому языку.

ChatGPT от OpenAI стабильно справляется с заданиями, требующими генерации сложных грамматических конструкций, таких как пассивный залог, и правильно интерпретирует параметры, заданные в запросах.

GigaChat от Сбера демонстрирует хорошие результаты в создании простых предложений в пассивном залоге, но ее способность интерпретировать более сложные английские конструкции ограничена.

Perplexity AI выделяется высокой точностью при построении сложных предложений и естественным стилем, что делает ее подходящей для создания материалов на продвинутом уровне.

Заключение. В работе были рассмотрены перспективы использования искусственного интеллекта для разработки методических материалов по дисциплине «Иностранный язык» в техническом вузе. Были изучены особенности и возможности трех ИИ-моделей — ChatGPT, GigaChat и Perplexity AI и проведен их сравнительный анализ. В результате исследования было выявлено, что эффективность использования ИИ для создания учебных упражнений по английскому языку зависит от возможностей каждой модели в обработке сложных грамматических конструкций и их адаптации под требования конкретного задания. Таким образом, выбор ИИ для разработки методических материалов зависит от уровня сложности упражнений и специфики задач.

Литература

- [1] Абалян Ж.А., Пивнева С.В. Потенциал и риски использования искусственного интеллекта в высшей школе при обучении иностранному языку в профессиональной сфере. *МНКО*, 2024, № 3 (106), с. 5–7.
- [2] Авраменко А.П., Фадеева В.А., Терновский В.В. Опыт интеграции технологий искусственного интеллекта в иноязычное высшее образование: от цифровизации к автоматизации. *Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация*, 2024, № 2, с. 55–66.
- [3] Гаджиева Л.А. Использование систем искусственного интеллекта при обучении иностранному языку студентов бакалавриата. *БГЖ*, 2023, № 3 (44), с. 26–30.

Prospects for using AI for the development of teaching materials in the discipline Foreign Language at a technical university

Hlopkov K.D.

crhrtt051@mail.ru

Artemenko O.A.

artemenko.aa@bmstu.ru

SPIN - code: 6700 - 5958

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article explores the possibilities of using modern artificial intelligence systems to create methodological materials for foreign language teaching in a technical university. A comparative analysis of four major AI models and their work results has been conducted: ChatGPT (OpenAI), GigaChat (Sber) and Perplexity AI, with the aim of studying their potential in generating lexico-grammatical tasks in English. It demonstrates how each AI handles the task of generating sentences with given phrases and structures, highlights the strengths and weaknesses of each system, and assesses their suitability for educational purposes.

Keywords: artificial intelligence, foreign language, teaching materials, passive voice, technical university

УДК 378.147

Актуальность знания английского языка для IT-специалиста в эпоху искусственного интеллекта

Макашин Михаил Иванович

makashinmi@gmail.com

Клименко Елена Васильевна

inoklim@mail.ru

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

Рассмотрена роль английского языка в карьере IT-специалиста, подчеркнута его значимость для профессионального роста, образования и эффективной работы. Оценены современные вызовы, связанные с развитием технологий искусственного интеллекта, способного выполнять задачи, традиционно требующие знания иностранного языка. Обсуждены преимущества и ограничения таких технологий, их влияние на требования к языковым навыкам. Сделан вывод о том, что знание английского языка остается важным элементом профессиональной компетенции в IT-сфере.

Ключевые слова: английский язык, искусственный интеллект, большие языковые модели, профессиональные навыки

Для специалистов, работающих в сфере информационных технологий (IT), знание английского уже давно не дополнительный навык, а необходимость. Английский язык давно стал международным средством общения, в том числе в науке: ссылки на издаваемые на локальных языках статьи и аннотации, как правило, оставляются на английском, а англоязычные тематические форумы в сети многократно превосходят остальные. Так, например, на 01.11.2024, по информации с сайта «Википедия», на ней размещено чуть больше 2 млн статей на русском языке [1], тогда как количество статей на английском приближается к 7 млн [2].

В данной статье попытаемся рассмотреть, что определяет IT-специалиста, какое место в этой плоскости занимает английский язык, а также обсудим, как современные технологии могут изменить требования к знаниям английского языка в будущем.

В очень общем понимании определим специалиста как человека, который решает поставленные перед ним проблемы и задачи. Следовательно, уровень экспертизы специалиста можно описать как сложность задач, которые он способен решать, качество результата, который он обеспечивает (выражаемое удовлетворенностью заказчика, степенью решения проблемы или другой метрикой), скоростью доставки этого результата и его экономической эффективностью. Все эти характеристики формируются на основе опыта специалиста, его владения инструментами и технологиями, кругозора, а также способности оперировать этим арсеналом для достижения результата.

Традиционно специалистов в IT-сфере делят по уровням: Junior (младший), Middle (среднего уровня) и Senior (старший). В общем виде уровни можно описать следующим образом.

– **Junior.** Специалист, который только начинает свою карьеру. У него ограниченный опыт и навыки, он решает простые задачи под руководством более опытных коллег.

– **Middle.** Специалист, который может самостоятельно решать средние по сложности задачи и приносить качественные результаты. Он имеет опыт работы с различными инструментами и технологиями, способен работать в команде.

– **Senior.** Высококвалифицированный специалист, который успешно решает сложные задачи и может выступать в роли наставника для менее опытных коллег. Его глубокие знания и опыт в предметной области позволяют влиять на принятие решений в команде. Его задачи реже связаны с прикладной деятельностью, такой как написание кода, и чаще — с планированием, выстраиванием архитектуры, и т. д.

Навыки в IT традиционно делятся на «жесткие» (hard skills) и «мягкие» (soft skills). «Хардами» называют технические навыки, которые являются средством непосредственного решения задач, а к «софт скиллам» относятся нетехнические навыки, способствующие взаимодействию с людьми. По нашему мнению, знание английского языка занимает место между «жесткими» и «мягкими» навыками, не относясь всецело к какой-то одной из двух категорий, так как, с одной стороны, знание любого языка — коммуникативный навык, который делает доступной информацию, изложенную на этом языке, позволяет пользоваться и обмениваться ею, будь то общение, доступ к развлекательным или обучающим материалам — казалось бы, исключительно «человеческий» навык. С другой стороны, знание английского языка — важный инструмент «айтишника» в его повседневных прикладных задачах: чтение технической документации, поиск ответов на вопросы на профессиональных ресурсах в сети. И, конечно, вне зависимости от уровня специалиста, английский язык — его верный спутник в течение всей карьеры.

В первую очередь, знание английского языка — очень сильный помощник в образовании, поскольку он открывает горизонты обучающих материалов на английском языке: книги, курсы, видео-уроки. Чаще всего иностранные материалы в переводе на родной язык предстают только в виде книг, но и для их перевода с языка оригинала порой требуются месяцы и даже годы — время, за которое изложенный в них материал может потерять актуальность, поскольку IT — стремительно развивающаяся сфера. В дополнение к этому, существуют материалы, которые необязательно связаны непосредственно с образованием IT специалиста, но поддерживают его кругозор — журналы, блоги, статьи и исследования, значительная часть которых публикуется на английском и позволяет быть в курсе последних трендов и новостей в IT.

Неоспорим тот факт, что владение иностранным языком дает специалисту дополнительные карьерные возможности, расширяя выбор для трудоустройства международными компаниями, отдающими приоритет специалистам со знанием английского языка: в условиях рабочих совещаний, встреч 1-к-1, деловой переписки с коллегами и поддержании профессиональной

лексики в пределах своей команды владение английским языком незаменимо как нигде.

В дополнение ко всему перечисленному существует множество свидетельств тому, что изучение новых языков положительно сказывается на когнитивных способностях обучающихся, способствует развитию новых нейронных связей, как любая другая деятельность, которая стимулирует мозг оперировать в принципиально новых и непривычных условиях [3], что, в свою очередь, способствует выработке нестандартного мышления для решения задач, с которыми ранее не встречались.

Но главная причина, по которой специалисту необходимо владеть английским языком — это профессиональное сообщество. Конференции, форумы, фестивали, доклады и развитие «полезных связей» (networking). Специалисты со всех точек земного шара собираются вместе в сети и оффлайн, чтобы обменяться опытом: доклады о научных исследованиях, интересных случаях из личной практики или просто освещение актуальных для сообщества тем. Профессиональный опыт — уникальный ресурс, добываемый только через пробы, неудачи и успехи. Знание английского языка, аналогично предыдущим примерам, позволяет специалисту не ограничиваться сообществом своего родного языка.

Однако с развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ) на роль английского в профессии можно взглянуть по-новому. Эти технологии способны переводить профессиональные тексты, в режиме реального времени переводить и автоматически озвучивать видео, упрощать чтение сложной англоязычной документации, создавать резюме и отчеты на разных языках, вести деловую переписку. Традиционные требования к знанию языка ставятся под вопрос, так как задачи, ранее требовавшие хорошего владения английским, теперь могут выполняться с помощью ИИ.

Развитие ИИ шагнуло далеко вперед по сравнению с состоянием, в котором находилось 3–5 лет назад. Главным нашумевшим явлением стал подвид генеративного ИИ — Large Language Models (LLMs, большие языковые модели), которые активно интегрируются корпорациями и компаниями в свои продукты в виде, например, виртуальных агентов технической поддержки, автоматизирующих и ускоряющих обработку входящих сообщений клиентов, или ложатся в основу новых продуктов, таких как консультанты в предметных областях, личные ассистенты, репетиторы.

Большие языковые модели — тип ИИ, натренированный на огромных объемах текста из книг, веб-сайтов и других источников на распознавание и генерацию текста. Это мощный инструмент, способный за секунды обрабатывать объемы информации, физически недоступные человеку для познания в течение всей жизни. Модели могут быстро находить информацию, создавать контент и поддерживать общение на различных языках. Благодаря их способности переводить текст, обрабатывать большие объемы технической информации и предоставлять ответы на вопросы, LLMs могут значительно ускорить рабочие процессы IT-специалиста.

Несмотря на впечатляющие возможности, LLMs далеки от совершенства: они могут генерировать убедительный текст, однако не способны к настоящему мышлению и здравому смыслу. Нередко они подвергаются «галлюцинациям» [4] — грамматически правильным и последовательным, но фактически неверным или бессмысленным ответам. Это может происходить по разным причинам, таким как ограниченность обучающих данных, ошибки в этих данных, сложности языковой структуры, с которой работает модель. Подобные ограничения приводят к ряду проблем, а именно:

— **ненадежность**: модели могут давать неверные ответы, даже если они выглядят правдоподобно, что требует проверки результатов человеком впоследствии, т. е. при использовании подобных технологий для перевода и обработки текстов требуется собственная экспертиза в языке, похожая на ту, которая требуется программисту для анализа, оценки и исправления программного кода, написанного LLM;

— **ограниченное понимание контекста**: LLMs не всегда могут правильно учитывать контекст запроса, особенно если информация требует специфического деталей или глубокого понимания темы, что может привести к некорректным результатам;

— **неумение актуализировать данные**: LLMs обучаются на статичных наборах данных и не способны оперативно обновлять свою информацию. Это делает их неэффективными при работе в контексте таких быстро меняющихся и развивающихся направлений, как ИТ. Научные прорывы, способствующие появлению новой терминологии, не совершаются каждый день, тем не менее активное развитие оставляет модели сильно позади в осведомленности о свежих новостях и трендах.

Генеративный ИИ молниеносно и повсеместно внедряется в нашу жизнь, совершенствуясь с каждым днем. Как следствие бурного развития этой сферы, традиционные подходы к образованию, работе с информацией, развитием и применением навыков, в частности навыков языковых, сегодня проходят серьезную проверку технологическими инновациями. По нашему мнению, недалеко будущее, в котором необходимость основательных знаний иностранного языка заменена всевозможными инструментами на базе ИИ с исключительными возможностями перевода в реальном времени, причем как для речи, так и для письменных материалов, что выведет коммуникацию между людьми на совершенно новый уровень.

Литература

- [1] *Количество статей в русской Википедии*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Википедия:Количество статей в русской Википедии#2024](https://ru.wikipedia.org/wiki/Википедия:Количество_статей_в_русской_Википедии#2024) (дата обращения 10.11.2024). — [ссылку на википедию лучше заменить](#)
- [2] *Количество статей в Википедии на английском языке*. URL: <https://wikicount.net/> (дата обращения 10.11.2024). — [ссылку на википедию лучше заменить](#)
- [3] Bialystok E. The Bilingual Adaptation: How Minds Accommodate Experience. *Psychol Bull.*, 2017, vol. 143 (3), pp. 233–262. <https://doi.org/10.1037/bul0000099>

- [4] *What are AI Hallucinations?* URL: <https://www.ibm.com/topics/ai-hallucinations> (дата обращения 10.11.2024).

Relevance of the English language knowledge for an it specialist in the era of artificial intelligence

Makashin M.I.

makashinmi@gmail.com

Klimenko E.V.

inoklim@mail.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers the role of English in the career of an IT specialist, its importance for professional growth, education and effective work is emphasized. Modern challenges associated with the development of artificial intelligence technologies capable of performing tasks that traditionally require knowledge of foreign language are assessed. The advantages and limitations of such technologies, their impact on the requirements for language skills are discussed. It is concluded that knowledge of English remains an important element of professional competence in the IT sphere.

Keywords: *English language, artificial intelligence, large language models, professional skills*

УДК 81

Анализ эффективности приложений для изучения английского языка

Геворгян Элен Артаковна

gevorgyaneaa1@student.bmstu.ru

Белова Елена Витальевна

belova_elena@bmstu.ru

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

Рассмотрены приложения для изучения иностранного (английского) языка. Исследованы пять популярных мобильных приложений для изучения английского языка, анализируя их функциональные возможности, преимущества и недостатки. Работа направлена на изучение современных тенденций в обучении английскому языку с использованием мобильных приложений, а также на оценку их эффективности для различных уровней владения языком.

Ключевые слова: английский язык, эффективность, изучение, приложения, методы, обучение, тенденции

Использование приложений для изучения иностранного языка облегчает процесс обучения и делает его интереснее, так как применяются различные интерактивные методы преподавания. К общим преимуществам таких приложений можно отнести:

- доступность. Приложение можно использовать в любое время и в любом месте, когда это удобно обучающемуся;
- разнообразие. В приложениях представлены различные формы обучения, что помогает удерживать интерес обучающихся;
- отслеживание прогресса. Во многих приложениях отслеживается прогресс, можно ставить определенные цели и стремиться к их достижению;
- экономия средств. Большинство приложений имеют бесплатный контент, но даже платные версии дешевле курсов и занятий с репетитором;
- комплексное развитие навыков. Как правило, приложения могут охватывать все аспекты языка — чтение, письмо, аудирование и говорение.

Личный опыт изучения иностранного языка позволил отобрать пять наиболее эффективных приложений и провести критический анализ их эффективности.

Duolingo. Одно из существенных преимуществ приложения — доступность. Все нужные уровни для изучения языка можно пройти бесплатно. Изучение направлено не на конкретную область, а на весь язык. При прохождении изучается грамматика, говорение, умение воспринимать информацию на слух и навыки письма. В течение одного модуля многие слова часто повторяются, что позволяет запомнить слово или фразу. Часто появляются задания на применение новых слов, что помогает запомнить их с помощью ассоциативного ряда. С каждым уровнем задания становятся сложнее. Каждый модуль — отдельная история. Уведомления приложения устроены таким об-

разом, что часто приходит напоминание о прохождении уровня, отслеживается успеваемость, т. е. сколько слов новых было изучено, сколько дней подряд пользовались приложением, что дает мотивацию продолжать работать над изучением.

Однако, несмотря на свою популярность, приложение имеет ряд недостатков. Во-первых, это ограниченная глубина изучения: Duolingo больше подходит для начального уровня, но для продвинутых пользователей упражнения могут показаться скучными и слишком простыми. Во-вторых, приложение не всегда обеспечивает достаточную практику разговорных навыков. В-третьих, пользователи нередко замечают неточность или неестественность переводов. В-четвертых, отсутствие контекста. Упражнения часто представляют собой отдельные слова или словосочетания, что может затруднить их применение в реальных ситуациях общения.

6 mins. Приложение, направленное на восприятие языка на слух (listening), в котором можно найти сотни мини-роликов по 6 минут в стиле репортажа новостей. К каждому ролику прикреплен скрипт, чтобы можно было подсмотреть непонятные слова. Можно тренировать произношение, повторяя за диктором. Репортажи рассказывают об интересных фактах, следовательно, можно не только изучить язык, но и узнать много нового. Помимо текста диалога во вкладке выбранного репортажа есть раздел vocabulary, где собраны все ключевые фразы новости и их подробное объяснение.

К недостаткам работы с данным приложением можно отнести, в первую очередь, отсутствие обратной связи. Слушатель не может быть полностью уверен в том, правильно ли он понял то или иное предложение, верно ли он произносит незнакомые слова. Во-вторых, 6 mins не имеет структурированного курса обучения, что может затруднить понимание, как продвигаться от одного уровня к другому. В-третьих, ограниченность времени занятия. Как понятно из названия приложения, каждое сообщение длится около 6 минут, что, с одной стороны, может быть слишком долго, если пользователь находится на начальном уровне владения английским языком и не понимает большую часть аудиозаписи, а, с другой стороны, шести минут может быть недостаточно для пользователей с более глубоким знанием языка.

Memrise. В приложении можно создать свой курс, но чаще пользователю предлагают выбрать готовый курс и заниматься по нему. Каждый курс состоит из нескольких уровней — наборов слов (примерно 20), объединенных одной темой. Например, курс базовой лексики включает в себя 10 уровней, состоящих из 20 слов. Курс включает в себя следующие упражнения: ознакомиться с текстовой и аудиоформами слова, подобрать правильный перевод слова, вставить пропущенные слово или предложение. Слова для заучивания выдаются в определенном количестве: вы сами выбираете, сколько слов в день вам комфортно учить. Есть возможность проследить за произношением различных акцентов и посмотреть ролики на говорение. Алгоритмы программы устроены таким образом, что она предлагает повторять забытые слова и пропускает хорошо выученные. Большим минусом приложения явля-

ется невозможность полностью заниматься курсом, так как многие уроки входят в платную подписку [1, 2]. Также к недостаткам приложения можно отнести методику запоминания через многократные повторения, что может быстро наскучить и демотивировать обучающегося; нехватку обратной связи, что заключается в отсутствии детальной информации по качеству выполненных заданий и объяснению ошибок; ограниченность материала: приложение предлагает запоминать фразы без объяснения грамматики.

2sub-tv.space — сервис для просмотра фильмов и сериалов с оригинальной озвучкой. Пользователь может выбрать фильмы и сериалы на свой вкус, а также русские или совместные субтитры (английский и русский). Сервис бесплатный, имеется платная подписка, но все необходимое можно просмотреть без нее [3]. Очевидно, что платформа не предназначена для полноценного изучения иностранного языка, а является лишь полезным вспомогательным инструментом для тренировки навыка аудирования. К недостаткам сервиса можно отнести всплывающие окна с рекламой и не всегда хорошее качество субтитров.

Elsa Speak — приложение для постановки произношения и улучшения разговорных навыков. Интерфейс и все пояснения полностью на английском языке, следовательно, приложение подойдет тем, кто владеет языком на достаточно высоком уровне. Отлажена обратная связь, что позволяет усвоить правильное произношение. В приложении можно найти много разнообразных заданий на различные темы. Приложение использует технологию искусственного интеллекта для распознавания речи и корректировки произношения. Одним из недостатков является адаптирование под американский акцент, приложение не рассчитано на оттачивание британского произношения [4, 5]. Другой недостаток заключается в том, что система распознавания голоса не всегда верно интерпретирует произношение пользователей.

Итак, проведенный анализ приложений для изучения английского языка позволяет сделать вывод, что каждое из них имеет ряд существенных преимуществ и недостатков, достаточно эффективно тренирует одни навыки, но уделяет недостаточно внимания другим. Следовательно, для эффективного и всестороннего изучения английского языка необходимо сочетать различные сервисы, и только грамотная их комбинация может привести к успешному овладению языком. Однако на начальном этапе изучения иностранного языка может быть очень сложно разобраться с огромным количеством предлагаемых сервисов, что может снизить мотивацию обучающегося. Снижению мотивации также могут способствовать отсутствие живого общения и обратной связи. Поэтому наряду с использованием приложений и сервисов для изучения языка, необходимо практиковать живое его использование на занятиях с преподавателем, в языковых клубах, онлайн-общением с носителем.

Литература

- [1] *Обзор Memrise — учим иностранные слова с помощью «мемов»*. URL: <https://langformula.ru/memrise/> (дата обращения 01.11.2024).
- [2] *Приложение Memrise для изучения английского: обзор, отзывы, преимущества*. URL: <https://pilot-school.ru/memrise-obzor-otzyvy/> (дата обращения 01.11.2024).
- [3] *Фильмы, клипы, сериалы, мультфильмы на английском, немецком, итальянском с субтитрами + онлайн переводчик для изучения иностранных языков*. URL: <http://2sub-tv.space/> (дата обращения 03.11.2024).
- [4] *Приложение ELSA (English Language Speech Assistant) — отзыв*. URL: <https://irecommend.ru/content/shikarnoe-prilozhenie-dlya-prokachki-razgovornykh-navykov-i-trenirovki-proiznosheniya-ochen> (дата обращения 05.11.2024).
- [5] *ELSA Speak Review: High-Tech AI App for Developing an American English Accent*. URL: www.fluentu.com/blog/reviews/elsa-speak/ (дата обращения 07.11.2024).

Analysis of the efficiency of apps for learning English

Gevorgyan E.A.

gevorgyaneaa1@student.bmstu.ru

Belova E.V.

belova_elena@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article considers applications for learning a foreign (English) language. In the modern world, where English is a global language of communication, its study is becoming increasingly relevant. The development of technology and the availability of mobile devices have greatly simplified the learning process, giving users access to a wide range of educational applications. This article explores five popular mobile apps for learning English, analyzing their functionality, advantages and disadvantages. The work is aimed at studying current trends in teaching English using mobile applications, as well as evaluating their effectiveness for various levels of language proficiency.

Keywords: *English, efficiency, learning, applications, methods, trends*

УДК 81

Изучение проблем, с которыми сталкиваются пользователи, для которых английский не является родным языком, при чтении технической документации на английском языке

Джанаев Карим Сергеевич

karim-2018@yandex.ru

Полякова Кира Александровна

kir.polyackowa@yandex.ru

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

Исследованы основные трудности, с которыми сталкиваются неанглоязычные пользователи при чтении технической документации на английском языке. Анализируются языковые, когнитивные и культурные барьеры, влияющие на восприятие информации. Предлагаются решения для повышения доступности документации, такие как упрощение языка, структурирование информации и использование визуальных элементов. Рассмотрены успешные практики международных компаний, внедряющих стратегии по улучшению документации для пользователей, не владеющих английским языком. В заключение подчеркнута значимость адаптации технической документации для глобальной аудитории.

Ключевые слова: техническая документация, языковые барьеры, когнитивная нагрузка, культурные различия, упрощение языка

Английский язык прочно утвердился в качестве международного стандарта для технической документации. Компании и организации по всему миру используют его для описания продуктов, систем и процессов. Однако для пользователей, для которых английский не является родным языком, чтение и понимание такой документации может стать серьезной проблемой. Эти барьеры могут повлиять на производительность, понимание инструкций и даже на успех внедрения новых технологий [1]. В условиях глобализации и растущей важности технической документации, изучение проблем, с которыми сталкиваются неанглоязычные пользователи, становится чрезвычайно актуальным [2].

Цель данной статьи заключается в выявлении основных проблем, с которыми сталкиваются пользователи, не владеющие английским на уровне носителя, при чтении технической документации. Задачи включают анализ этих проблем, изучение факторов, влияющих на понимание документации, а также разработку рекомендаций по улучшению доступности и ясности такой информации [3].

В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с языковыми, когнитивными и культурными барьерами [4]. Далее будут описаны методы исследования, использованные для анализа этих проблем, предложены возможные решения и даны рекомендации для улучшения технической документации. Также будет представлен обзор лучших практик, используемых в этой области, и предложены направления для дальнейших исследований [5].

Одной из главных проблем для неанглоязычных пользователей является языковой барьер. Несмотря на широкое распространение английского как второго языка, многие люди сталкиваются с трудностями в понимании даже базовой документации, если она написана на техническом языке. Это особенно актуально для специалистов, не имеющих высокого уровня владения английским, что затрудняет их работу с программами и техническими системами [1].

Техническая документация зачастую изобилует специализированной терминологией, которая может быть неочевидной даже для тех, кто имеет базовые знания языка. Термины, не имеющие прямого перевода, или те, что имеют разные значения в зависимости от контекста, могут существенно замедлить процесс понимания документации [5].

Кроме специализированной лексики, сложные грамматические конструкции и синтаксические особенности английского языка могут быть еще одним барьером. Это касается таких аспектов, как использование сложных предложений, условных форм и пассивного залога, которые могут усложнять восприятие информации для тех, чей родной язык отличается по структуре [6].

Чтение документации на иностранном языке требует от пользователя дополнительных когнитивных усилий. Это приводит к тому, что процесс понимания информации становится более утомительным и менее эффективным. В результате возрастает вероятность ошибок и неправильной интерпретации текста [7].

Языковой барьер не только замедляет процесс чтения, но и может влиять на качество восприятия информации. Технические документы содержат множество деталей, и даже небольшое недопонимание может привести к неправильной интерпретации инструкции или спецификации, что в дальнейшем может вызвать ошибки при выполнении задач [2].

Изучение и понимание информации на иностранном языке требует больших ментальных ресурсов. Для пользователей, не владеющих английским на высоком уровне, чтение технической документации становится сложным когнитивным процессом, который требует постоянного переключения между разными аспектами языка: лексикой, грамматикой, синтаксисом и контекстом [7].

Культурные контексты также играют важную роль в понимании документации. Например, некоторые примеры или отсылки в документации могут быть понятны носителям языка, но неочевидны для людей из других культур. Это создает дополнительный барьер в интерпретации информации [4].

Техническая документация может включать метафоры, идиомы или культурные ссылки, понятные только людям, знакомым с культурой англоязычных стран. Это может вызывать затруднения у пользователей, которые не знакомы с такими выражениями, что еще больше усложняет процесс понимания [4]. Визуальные элементы, такие как графики, диаграммы и иллюстрации, могут значительно облегчить понимание технической документации, особенно для тех, кто сталкивается с языковыми барьерами. Однако

многие документы недостаточно используют такие элементы, что делает процесс изучения информации более трудоемким [3].

Визуальные элементы позволяют пользователям легче воспринимать информацию, минуя сложные языковые конструкции. Графики и диаграммы могут помочь в визуализации сложных процессов, а иллюстрации — в демонстрации пошаговых инструкций. Отсутствие этих элементов создает дополнительные сложности для пользователей.

Чтение технической документации на иностранном языке также связано с эмоциональными трудностями. Многие пользователи испытывают страх перед возможными ошибками или неуверенность в своих языковых навыках, что может приводить к дополнительным трудностям в процессе чтения.

Часто пользователи опасаются, что они могут неверно понять информацию, что может привести к неправильному использованию технологий или инструментов. Это чувство неуверенности усиливает когнитивную нагрузку и снижает общую эффективность восприятия документации.

Для изучения проблем, с которыми сталкиваются пользователи, читающие техническую документацию на английском языке, были использованы различные методы исследования. Эти методы позволили собрать данные о трудностях, возникающих у неанглоязычных пользователей, и предложить решения для их преодоления [5].

Основными методами исследования стали опросы, интервью и анализ существующей литературы. Опросы были проведены среди пользователей, для которых английский язык не является родным, и они регулярно сталкиваются с необходимостью чтения технической документации в своей профессиональной деятельности. Вопросы в опросах были направлены на выявление частых проблем, связанных с пониманием терминов, грамматики и синтаксиса, а также на оценку влияния языкового барьера на когнитивную нагрузку [5]. Кроме того, участникам было предложено оценить, как культурные различия и отсутствие визуальных элементов влияют на процесс восприятия информации [8].

Интервью позволили более глубоко изучить эмоциональные аспекты и выяснить, какие конкретные проблемы вызывают наибольшее беспокойство у пользователей. В ходе интервью обсуждались их личные опыты, конкретные примеры сложных ситуаций и стратегии, которые они используют для преодоления языковых трудностей. В результате интервью удалось выделить не только общие проблемы, но и эмоциональные барьеры, такие как страх перед ошибками и неуверенность в собственных силах.

Анализ литературы включал в себя изучение уже существующих исследований и публикаций, касающихся проблем технической документации для неанглоязычных пользователей. Особое внимание было уделено статьям, которые обсуждают вопросы когнитивной нагрузки при чтении на иностранном языке, а также влияние культурных различий на процесс восприятия информации. В ходе анализа литературы были выявлены уже существующие подходы к упрощению технической документации и адаптации ее для международной аудитории.

Исследование было направлено на пользователей, которые активно работают с технической документацией на английском языке, но не являются носителями языка. В основном, это профессионалы из сфер IT, инженерии и науки, которым приходится читать инструкции, спецификации и другую техническую документацию для выполнения своих рабочих задач. Участники исследования представляют разные уровни владения английским языком — от базового до продвинутого, что позволило выявить разные аспекты проблем, с которыми сталкиваются пользователи на различных уровнях языковой компетенции.

Таким образом, использование нескольких методов исследования, охватывающих как количественные, так и качественные данные, позволило получить полную картину проблем, связанных с чтением технической документации на английском языке.

Исследование проблем, с которыми сталкиваются пользователи, для которых английский не является родным языком, при чтении технической документации, подчеркивает важность создания доступной и понятной информации [7].

Языковой барьер, сложности с пониманием специализированной терминологии, когнитивные нагрузки и культурные различия создают значительные преграды для эффективного восприятия материалов. Эти проблемы не только затрудняют чтение и понимание документации, но также могут привести к ошибкам и неправильным интерпретациям, что в конечном итоге может повлиять на производительность и безопасность пользователей.

Важно отметить, что создание доступной технической документации является не только этическим, но и экономически целесообразным шагом. Упрощение и адаптация материалов для международной аудитории способствуют расширению пользовательской базы, повышению уровня удовлетворенности клиентов и снижению риска ошибок.

Перспективы дальнейших исследований в этой области включают более глубокое изучение влияния культурных различий на восприятие информации и анализ эффективности различных методов адаптации документации для международной аудитории. Разработка инновационных технологий, таких как автоматизированные инструменты перевода и адаптации текста, также может сыграть значительную роль в улучшении доступности технической информации для пользователей, не владеющих английским языком.

Таким образом, создание доступной и понятной технической документации должно стать приоритетом для всех организаций, работающих в глобальной среде.

Литература

- [1] Zhang Y. Technical Documentation and the Language Barrier: Issues and Solutions. *Journal of Technical Writing and Communication*, 2017, vol. 47 (1), pp. 73–89.
- [2] González H. *Technical Communication in a Global Context*. Wiley, 2020.

- [3] Montero M. User-Centered Documentation: Designing Documentation for Users from Different Cultures. *Technical Communication Quarterly*, 2021, vol. 30 (1), pp. 53–72.
- [4] Baker M. *Translation and Cultural Difference*. Routledge, 2018.
- [5] Koskinen K. *Translating Institutions: An Ethnographic Study of EU Translation*. Routledge, 2016.
- [6] Swales J.M., Feak C.B. *Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills*. University of Michigan Press, 2012.
- [7] Moreno A. Cognitive Load and Learning: A Review of the Research. *Journal of Educational Psychology*, 2019, vol. 111 (3), pp. 404–419.
- [8] Linde C., Labov W. Availability of Narrative Structures in the Speech of Various Social Groups. *Language in Society*, 1975, vol. 4 (2), pp. 191–210.

Analysis of the problems faced by users for whom English is not their native language when reading technical documentation in English

Dzhanaev K.S.

karim-2018@yandex.ru

Polyakova K.A.

kir.polyackowa@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article examines the main difficulties faced by non-English-speaking users when reading technical documentation in English. The linguistic, cognitive and cultural barriers affecting the perception of information are analyzed. Solutions are proposed to improve the accessibility of documentation, such as simplifying the language, structuring information and using visual elements. The successful practices of international companies implementing strategies to improve documentation for users who do not speak English are considered. In conclusion, the importance of adapting technical documentation for a global audience is emphasized.

Keywords: technical documentation, language barriers, cognitive load, cultural differences, language simplification

УДК 004.89

Анализ документов, средствами различных инструментов искусственного интеллекта

Шарунов Роман Дмитриевич

sharunovrd@bmstu.ru

Артемченко Ольга Александровна

artemenko.oa@bmstu.ru

SPIN-код: 6700-5958

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

Протестированы языковые модели Yandex GPT, GigaChat, Gemini, Chat GPT и Claude 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. Тестирование рассматриваемых инструментов искусственного интеллекта проведено в рамках их бесплатного или условно бесплатного функционала и, по возможности, с помощью официальных сервисов компаний. Был выполнен анализ возможностей и ограничений языковых моделей.

Ключевые слова: языковые модели, Yandex GPT, GigaChat, Gemini, Chat GPT, Claude, работа с файлами

На сегодняшний день все больше и больше людей начинают пользоваться искусственным интеллектом (ИИ), а также инструментами на его основе, в различных аспектах жизни. Для преподавательской деятельности, применение ИИ технологий позволяет упростить процесс подготовки занятий и проверки работ обучающихся [1].

С другой стороны, не смотря на повсеместное распространение инструментов работы с искусственным интеллектом, доступность, удобство и качество результатов для преподавателей может вызывать вопросы. Особенно это касается сферы анализа и взаимодействия с несколькими документами одновременно [2].

Описание эксперимента. Условием для проведения эксперимента являлось 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 данным 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.

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 устойчивые словосочетания. Результатом должна бы-

ла являться выборка из статьи ряда предложений или сочетаний с заданной лексикой или лексико-грамматическими конструкциями.

Для зарубежных языковых моделей, таких как Chat GPT и Gemini, применяются запросы на английском языке, так как он является нативным языком работы для данных ИИ-инструментов [3]. С российскими моделями, например GigaChat, используются запросы на русском языке, исходя из направленности на целевую аудиторию инструмента [4].

Каждая модель проверялась по десять раз, одинаковыми запросами (промптами, prompt) или близкие к подобным, измененные в соответствии с ответом от ИИ. Пример запроса: Can you find the sentences with these words from the file "лексикал (1)" in the article from another file. Write these sentences as an answer.

Результативные группы. Во время работы были использованы одни из наиболее распространенных языковых моделей на данный момент: Chat GPT 3.5 и Chat GPT 4o mini от OpenAI, Claude 3 Haiku от Anthropic, Gemini 1.5 Flash от Google. Также рассматривались популярные российские модели: Yandex GPT от Яндекс, GigaChat от Сбер.

По результатам эксперимента можно выделить несколько групп языковых моделей, основанные на функциональных особенностях выполнения поставленной задачи: условно выполняющие, условно выполняющие с коррективкой, не выполняющие.

К последней категории «Не выполняющие» относились те языковые модели, которые либо не имели возможности чтения файлов, либо возникали серьезные проблемы, из-за которых не были предоставлены результирующие ответы. К такой группе относятся несколько рассматриваемых ИИ моделей.

Yandex GPT — в своей основе Яндекс предоставляет набор инструментов для работы с разными версиями их языковой модели. Однако отсутствует возможность работы с файлами.

Gemini 1.5 Flash и GigaChat — обе языковые модели по заявленному функционалу могут работать с файлами и у них предоставляется возможность загрузки документов при запросах. Однако одновременно в одном промпте взаимодействуют только с одним файлом. Кроме того, в 10 из 10 запросов каждой ИИ, модели отказывались читать приложенные документы, ссылаясь либо на отсутствие такого функционала, либо на невозможность доступа к файлам и чтения.

К группе «Условно выполняющие с коррективкой» относятся модели, которые предоставляли ожидаемые ответы на поставленные запросы, однако требовали дополнительного инструментария.

Claude 3 Haiku, как и Yandex GPT, представляет собой набор инструментов для работы, который можно настроить для выполнения определенных типов запросов. Отсутствует возможность работы с файлами напрямую, однако существуют множество сервисов и плагинов, которые исправляют данную нехватку.

К группе «Условно выполняющие» относились ИИ, которые в большинстве случаев предоставляли ожидаемый от них ответ.

Chat GPT 4o mini и Chat GPT 3.5 — умеют читать одновременно несколько файлов в одном запросе и работать с ними далее в чате.

Результаты ответов. Исходя из выше представленных групп, сверяются ответы от трех рассматриваемых языковых моделей: Chat GPT 4o mini, Chat GPT 3.5 и Claude 3 Haiku. Ниже представлена табл. 1 с количеством ответов, распределенным в соответствии с качественным ожиданием результата.

Таблица 1

Количественные и качественные результаты ответов

Языковые модели	Не дало результатов, непрочитанные файлы	Требовалась значительная корректировка запроса, предоставление дополнительных данных	Получен ожидаемый результат
Chat GPT 4o mini	1	2	7
Chat GPT 3.5	3	3	4
Claude 3 Haiku	2	2	6

Первый столбец табл. 1 показывает количество ответов, при которых языковая модель не смогла дать ни одного предложения с лексикой из файлов, ссылаясь на нехватку данных или невозможность чтения.

Второй столбец представляет ответы, где ожидаемый результат был получен после дополнения запросов. Например, Chat GPT 3.5 читал файл со статьей, но игнорировал документ с лексикой и требовал предоставить ему слова и словосочетания, скопированные в запрос.

Третий столбец показывает ответы, которые соответствуют ожидаемым результатам, т. е. были представлены предложения из статьи, содержащие определенную лексику из файла. Для этого не требовались какие-либо дополнительные запросы.

Далее представлена табл. 2 полученных предложений из всех запросов, распределенные по наличию в них ошибок.

Таблица 2

Количественные и качественные результаты

Языковые модели	Выдуманная лексика	Выдуманное или видоизмененное предложение	Несоответствие конструкции лексика: предложение	Предложение без лексики	Правильные предложения и конструкции
Chat GPT 4o mini	3	4	13	12	14
Chat GPT 3.5	2	5	14	9	11
Claude 3 Haiku	1	9	2	5	11

Столбец «Выдуманная лексика» показывает, сколько слов и словосочетаний формата соответствия «лексика: предложение» было придумано ИИ и отсутствуют в списке требуемых единиц.

Второй столбец табл. 2 отображает количество предложений, которые языковая модель придумала полностью, т. е. такие примеры отсутствуют в статье, содержащие видоизмененные слова для соответствия с лексикой.

В следующем столбце отражены расхождения в формате «лексика: предложение». В нем представлены корректные слова из необходимой лексики, но при этом в составленных предложениях используются другие выражения из списка.

«Предложение без лексики» — это количество предложений, которые присутствуют в статье, но не имеют требуемую лексику из списка.

Последний столбец показывает предложения, которые полностью удовлетворяют требованию запроса.

Заключение. Рассмотренные доступные языковые модели дают понять, что каждый из них в простой форме является общим инструментом для обширного количества видов деятельности. По результатам тестов, ни одна из представленных моделей не показала валидных результатов, чтобы можно было утверждать об удачном применении данных ИИ для работы с документами. Некоторые модели, такие как Yandex GPT, GigaChat или Gemini, изначально не умеют или отказываются работать с файлами. А другие, Chat GPT 4o mini, Chat GPT 3.5 или Claude 3 Haiku, допускают многочисленные ошибки и неточности, а также могут видоизменять исходные предложения для удовлетворения запросов, «обманывать» в своих ответах. Оптимальное применение этих моделей основано на их интеграции с помощью API языковых моделей, что позволяет максимально эффективно использовать их возможности для различных сценариев. Выбор конкретной модели должен основываться на специфических требованиях пользователя и особенностях задачи.

Литература

- [1] Молостова 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, НГПУ, 2024, с. 81–86.
- [2] Галазимов П.А. Структура больших языковых моделей (ChatGPT, Yandex-GPT и др. *Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»: материалы.* Кемерово, 2024, с. 80–81.
- [3] Зупарова В.В. Сравнительный анализ эффективности российских и зарубежных больших языковых моделей в задачах обработки естественного языка. *Наука сегодня: актуальные вопросы теории и практики. II Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Пенза, Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024, с. 37–39.
- [4] Кузнецов А.В. Машинное обучение и культура: анализ социокультурных предубеждений в больших языковых моделях на примере GigaChat и YandexGpt. *Художественное производство в современной культуре: творчество — исполнительство — гуманитарное знание: сб. ст. и материалы.* Челябинск, Южно-Уральский государственный институт искусств им. П.И. Чайковского, 2024, с. 15–19.

Document analysis using various artificial intelligence tools

Sharunov R.D.

sharunovrd@bmstu.ru

Artemenko O.A.

artemenko.aa@bmstu.ru

SPIN-code: 6700-5958

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The Yandex GPT, GigaChat, Gemini, Chat GPT and Claude language models has been tested to solve applied problems in linguistics and linguodidactics. The aim of the work was to analyse the efficiency of text file processing by various AI tools in purpose to produce sentences in English that contain specific vocabulary and grammatical structures. The testing of the artificial intelligence tools in question was carried out within the framework of their free or conditionally free functionality, and, if possible, by using official company services. An analysis of the capabilities and limitations of these language models has been conducted.

Keywords: *language models, Yandex GPT, GigaChat, Gimini, Chat GPT, Claude, AI's work with files*

Содержание

Секция 13. Проектирование программно-информационных систем	3
<i>Тарасов К.О., Ерохин И.И.</i> Практическое руководство по безопасности контейнеров: от Docker до Kubernetes	5
<i>Усачев Е.И., Пчелинцева Н.И.</i> Оптимизация асинхронных многопоточных фреймворков	9
<i>Трибунян Б. Отчество, Белов Ю.С.</i> Искусственный интеллект в области обработки цифрового изображения	14
<i>Костромина П.А., Гагарин Ю.Е.</i> Оптимизация работы с большими массивами данных с использованием экосистемы Hadoop	18
<i>Шведов И.А., Белов Ю.С.</i> Применение глубокого обучения для распознавания аномалий в поведении человека на видеозаписях	21
<i>Герасимова С.В., Белов Ю.С.</i> Технологии анализа аэрокосмических снимков для определения состояния земного покрова	25
<i>Живайкин А.С., Гагарин Ю.Е.</i> Проектирование генеративных моделей искусственного интеллекта	29
<i>Сафронов Н.С., Белов Ю.С.</i> Основные парадигмы машинного обучения для автоматизации программирования	32
<i>Костюшин Я.В., Гагарин Ю.Е.</i> Практическое применение генеративных моделей искусственного интеллекта	35
<i>Фетисов М.Е., Гагарин Ю.Е.</i> Сравнение алгоритмов работы антиплагиата	38
<i>Кузин Н.С., Гагарин Ю.Е.</i> Применение методов линейной алгебры, статистических и вероятностных подходов для оптимизации алгоритмов обработки естественного языка	42
<i>Иову Д.А., Красавин Е.В.</i> Малоиспользуемые алгоритмы асинхронного шифрования в современных криптосистемах	48
<i>Золотарев А.М., Белов Ю.С.</i> Обзор архитектуры ResNet	52
<i>Мельникова С.А., Белов Ю.С.</i> Обзор методов определения авторства текста	55
<i>Зудин Д.В., Красавин Е.В.</i> Анализ подходов к защите данных в websocket-соединениях	60
<i>Карельский М.К., Белов Ю.С.</i> Аппаратные решения в технологиях дополненной реальности	63
<i>Елгин М.М., Гагарин Ю.Е.</i> Исследование алгоритмов интервального повторения для увеличения словарного запаса	66
<i>Тарасов А.П., Кондратьева С.Д.</i> Обоснование выбора библиотеки OCR для внедрения в приложение для нормирования материалов	70
<i>Борисов Н.С., Белов Ю.С.</i> Изучение нейроядер: перспективы развития и применения	73

Чжао Чэньсяо, Белов Ю.С. Общие операции пулинга на основе сверточных нейронных сетей (CNN) и их применение	76
Войнов А.А., Белов Ю.С. Turpst — современный способ создания электронных документов	79
Воронов Д.С., Гагарин Ю.Е. Разработка десктопных приложений для взаимодействия с метеоустройствами по Modbus RTU	85
Вершинин Е.В., Коневцев Е.Р. Использование систем для распознавания лиц в видеопотоке для контроля за сотрудниками промышленного предприятия	88
Захаров Е.А., Белов Ю.С. Определение тональности речи с использованием моделей Wav2Vec2 и HuBERT	91
Чурилин О.И., Белов Ю.С. Методы устранения артефактов и шумов при цифровой 3D-реконструкции объектов из изображений	94
Шевелев А.А., Гагарин Ю.Е. Объединение методов машинного обучения с гомоморфным шифрованием: возможности и ограничения	97
Бибиков А.П., Белов Ю.С. Развитие технологии end-to-end транскрипции речи	100
Тарасов Н.Е., Гагарин Ю.Е. Разработка алгоритмов совместной обработки эфемерид ГНСС и данных НАП для оценки погрешности измерения псевдодальности	104
Мельников К.С., Белов Ю.С. Дообучение языковых моделей: эффективный путь к решению узкоспециализированных задач	108
Красавин Е.В., Никитенко У.В. Проблемы квантового интернета	112
Красавин Е.В., Никитенко У.В. О некоторых аспектах построения квантовых сетей	116
Лунев М.А., Гагарин Ю.Е. Машинное обучение генеративных моделей искусственного интеллекта	120
Секция 15. Инновационная деятельность и научно-методические вопросы внедрения результатов НИР в учебный процесс	123
Чернова Т.Г., Чернов С.В. Особенности изображения резьбовых соединений в системе КОМПАС-3D	125
Сулина О.В. Применение новых стандартов Единой системы конструкторской документации в учебном процессе	130
Сахаров В.В. Этапы выполнения чертежа	133
Парамонов С.С. Разработка параметрической модели переходной плиты в САПР КОМПАС-3D	138
Сломинская Е.Н., Заверткин Е.А. Самостоятельная работа студентов: значение, виды и методы контроля	142
Зуев А.М., Заверткин Е.А. Простановка линейных размеров на валах	146
Секция 16. Социально-экономические аспекты экономики	153
Забродская А.П., Иконникова И.В. Внедрение программного обеспечения по отработке заказов с целью повышения производительности труда (на примере предприятия ПАО «КТЗ»)	155

<i>Иконникова И.В., Васешенков Д.В.</i> Бережливое производство 2.0: интеграция искусственного интеллекта, как способ повысить эффективность предприятия	160
<i>Козина К.В., Перерва О.Л.</i> Конкурентоспособность машиностроительных предприятий как объекта стратегического управления	164
<i>Иконникова И.В., Бардина А.И.</i> Инновационные финансовые инструменты: краудфандинг и его влияние на малый бизнес	167
<i>Козлова А.М., Квашина В.В.</i> Анализ рынка труда и его влияние на экономический рост	171
<i>Чернов Г.В., Квашина В.В.</i> Перспективы развития цифровой экономики в России	176
<i>Перерва О.Л., Храмцов М.А.</i> Управление новыми технологиями на предприятии (аутсорсинг)	179
<i>Перерва О.Л., Новикова П.А.</i> Комплексный подход к анализу и устранению скрытых потерь на производстве	183
<i>Демкин И.А., Перерва О.Л.</i> Влияние блокчейн-технологии на управление цепочками поставок в производстве	188
<i>Перерва О.Л., Теплый Ю.А.</i> Гибкие производственные системы, путь адаптации к быстроменяющимся условиям рынка	192
<i>Перерва О.Л., Шутка С.С.</i> Влияние искусственного интеллекта на развитие предприятий: перспективы и возможности	195
<i>Нехай А.А., Иконникова И.В.</i> Инновационное управление персоналом: ключ к успеху предприятия	198
<i>Размахов И.В., Перерва О.Л.</i> Совершенствование системы государственного регулирования процедур банкротства	202
Секция 17. Общественно-политические и философские вопросы развития общества	207
<i>Иову Д.А., Чернышева Т.Е.</i> Проблема отцов и детей в современном обществе	209
<i>Чернышева Т.Е., Крупнов Д.А.</i> Дефицит инженерных кадров в современной России	214
Секция 18. Актуальные вопросы энергосбережения, энергоэффективности, использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	219
<i>Симоненко А.А., Кусачева С.А.</i> Сравнительный анализ эффективности направлений энергетики: биоэнергетика и водород	221
<i>Белова А.С.</i> Проблема разработки и внедрения гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе	225
<i>Белова А.С.</i> Методологические аспекты внедрения гибридных энергосистем в агропромышленном комплексе	229
<i>Никулин С.И., Кусачева С.А.</i> Популяризация изучения альтернативных источников энергии среди молодежи: мастер-классы и дни открытых дверей	232
<i>Прудников А.Ф., Кусачева С.А., Сафронова М.Е., Шендо С.А., Клышников А.Ю.</i> Разработка и исследование мобильного генератора на основе микрофлоры человека	236

<i>Шендо С.А., Клышников А.Ю., Сафронова М.Е., Кусачева С.А., Булычев В.В., Прудников А.Ф.</i> Разработка проекта модернизированного микробного топливного элемента с применением магнитного поля	239
<i>Шендо С.А., Клышников А.Ю., Кусачева С.А., Булычев В.В., Сафронова М.Е., Прудников А.Ф.</i> Исследование показателей эффективности работы микробного топливного элемента с применением магнитного поля	242
Секция 19. Лингвистика, лингводидактика, актуальные вопросы теории и практики перевода	245
<i>Бураков И.И., Артеменко О.А.</i> Оценка открытых больших языковых моделей для составления заданий по использованию грамматических конструкций	247
<i>Белов А.В., Белова Е.В.</i> Концепт «молчание» в русской языковой картине мира ...	252
<i>Береза Т.В., Артеменко О.А.</i> Контекстуально-лексический подход к формированию иноязычной коммуникативной компетенции в техническом вузе	256
<i>Тихонов Н.А., Полякова К.А.</i> Анализ языковых особенностей английских фишинговых писем и их восприятие пользователями, для которых английский не является родным	260
<i>Хлопков К.Д., Артеменко О.А.</i> Перспективы использования искусственного интеллекта для разработки методических материалов по дисциплине «Иностранный язык» в техническом вузе	266
<i>Макашин М.И., Клименко Е.В.</i> Актуальность знания английского языка для IT-специалиста в эпоху искусственного интеллекта	270
<i>Геворгян Э.А., Белова Е.В.</i> Анализ эффективности приложений для изучения английского языка	275
<i>Джанаев К.С., Полякова К.А.</i> Изучение проблем, с которыми сталкиваются пользователи, для которых английский не является родным языком, при чтении технической документации на английском языке	279
<i>Шарунов Р.Д., Артеменко О.А.</i> Анализ документов, средствами различных инструментов искусственного интеллекта	284

Научное издание

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

Всероссийская научно-техническая конференция

(Калуга, 19-21 ноября 2024 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 28.06.2025. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 23,89. Тираж 50 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
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.