

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



34  
2025  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 34 (585) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Култур-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшоода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

---

---

На обложке изображен *Михаил Иванович Туган-Барановский* (1865–1919), экономист, социолог, историк, представитель «легального марксизма», а также политик и государственный деятель Украинской народной республики.

Родился Михаил Иванович в деревне Соленое Купянского уезда Харьковской губернии. Происходил он из древнего дворянского рода литовских татар (полная фамилия — Туган-Мирза-Барановский), осевшего на Слобожанщине.

Его отец Ибрагим Якубович Туган-Барановский (1840–1911) после крещения в православие стал именоваться Иваном Яковлевичем. В молодости он проиграл в карты два имения, был кутилой и бретером. Женился он «увозом» на Анне Станиславовне Монвиж-Монтвид, так как ее родители-дворяне были против этого брака. У них родилось четверо детей.

Михаил был старшим из них. После окончания Второй Харьковской гимназии он поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета. Однако из-за участия в Добролюбовской демонстрации 1886 года он был выслан из Петербурга.

В Императорском Харьковском университете Михаил Иванович получил диплом кандидата естественных наук и почти одновременно с этим экстерном сдал экзамен за полный курс юридического факультета. В 1890 году он опубликовал свою первую научную работу «Учение о предельной полезности хозяйственных благ как причине их ценности», в которой выступил с критикой теорий трудовой стоимости и предельной полезности.

После сдачи магистерских экзаменов Туган-Барановский приказом по Министерству финансов он был определен на службу столоначальником в департамент торговли и мануфактур, а позднее указом Правительствующего сената был утвержден в чине коллежского секретаря.

В 1894 году он опубликовал свою монографию «Промышленные кризисы в современной Англии, их причины и влияние на народную жизнь». Данная работа была написана главным образом на основе изучения первоисточников в Британском музее во время полугодового его пребывания в Лондоне и представлена юридическому факультету Московского университета к защите на соискание ученой степени магистра политической экономии.

В 1895 году Туган-Барановский стал приват-доцентом Санкт-Петербургского университета на кафедре политэкономии и был принят в члены Императорского Вольного экономического общества. Спустя два года ученый решил полностью перейти на научную и преподавательскую работу и уволился из министерства финансов. Кроме Петербургского университета, как приват-доцент он преподавал в специальных классах Женского училища коммерческого счетоводства при Доме Анатолия Демидова. А в 1898 году за выслугу лет он получил чин коллежского асессора.

В 1897–1899 годах вместе с Петром Струве Михаил Иванович редактировал журналы социал-демократического направления

«Новое слово» и «Начало». В 1898 году он опубликовал монографию «Русская фабрика в прошлом и настоящем» и в Московском университете защитил на ее основе докторскую диссертацию, получив степень доктора политической экономии.

В апреле 1900 года в Пскове состоялось организационное совещание по созданию общероссийской рабочей газеты «Искра», в котором среди прочих принял участие и Туган-Барановский.

За участие в манифестации ему было запрещено находиться в Санкт-Петербурге, и несколько лет он жил в Лохвице Полтавской губернии, у своих друзей Русиновых. Здесь он написал «Очерки из новейшей истории политической экономии и социализма», в которых объявил о своем окончательном разрыве с «ортодоксальным марксизмом». По возвращении в Петербург после революции 1905 года он был вновь зачислен на должность приват-доцента Санкт-Петербургского университета. Также он был профессором на Высших женских курсах и читал лекции в Петербургском политехническом институте как преподаватель политической экономии и статистики и ординарный профессор.

Кроме этого, на кооперативных курсах в Московском городском народном университете имени А. Л. Шанявского Михаил Иванович читал «Основы кооперации с историческим очерком идей кооперации». Он был инициатором разработки теории конъюнктуры в России. Туган-Барановский активно участвовал в кооперативном движении вместе с В. Ф. Тотомианцем и был крупнейшим представителем русской кооперации, пропагандируя ее в научных работах, а также в журнале «Вестник кооперации», которым сам руководил.

После февральской революции 1917 года ученый жил на Украине, где стал видным деятелем украинского национального движения. Он участвовал в издании одного из первых российских изданий, синтезирующих знания по украиноведению — «Украинский народъ в его прошломъ и настоящемъ». Какое-то время он был министром (секретарем) финансов в Генеральном секретариате Центральной Рады, а также принимал участие в создании Украинской академии наук.

Временно он переехал в Москву, где читал лекции и занимался делами кооперативного движения; от предложения преподавать в Кооперативном институте он отказался и вернулся на Украину.

Умер Михаил Иванович 21 января 1919 года у станции Затишье в поезде, на котором в составе украинской делегации ехал на Версальскую мирную конференцию. Был похоронен в Одессе.

Академия экономических наук Украины учредила медаль имени М. И. Туган-Барановского.

Именем Михаила Ивановича Туган-Барановского названы Донецкий национальный университет экономики и торговли, улицы во Львове, Полтаве, Первомайске.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Томилов А. В.**  
Разработка веб-приложения для системы поддержки принятия решения руководителя ИТ-подразделения промышленного предприятия..... 1
- Черных Д. А.**  
Искусственный интеллект как основной инструмент вооружения XXI века .....11

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Буренков М. В., Котлов Д. В., Никоненко А. В.**  
Роль ядерной энергетики как низкоэмиссионной технологии .....15
- Буренков М. В., Котлов Д. В., Никоненко А. В.**  
Прорывные технологии в области термоядерного синтеза .....18
- Осауленко Л. К., Балакин М. А., Петров Н. В.**  
Навигация по автономным спутниковым навигационным системам в окрестностях Луны и дальнем космосе .....21
- Hoang Luong, Tran Manh Hai, Nguyen Trieu Duong, Doan Quang Ha, Nguyen Tan Thanh, Ngo The Thanh**  
High-performance treatment of obstetric clinic wastewater using modified eco-bio-block in a compact anoxic-aerobic reactor (IET-BF500) .....24
- Шестов М. В.**  
Анализ влияния асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на аварийность промышленного оборудования на месторождениях Оренбургской области .....29
- Шутов В. М.**  
Сравнительный анализ систем трансмиссии тракторов: механическая, гидростатическая, вариаторная.....33

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Переслегин Г. В.**  
Архитектура Ренессанса в творчестве И. В. Жолтовского .....36

### БИОЛОГИЯ

- Судакова А. И.**  
Применение иммунохроматографического анализа для диагностики вирусных заболеваний.....39

### МЕДИЦИНА

- Конохова А. С., Таварасьян Э. А., Безушко Д. С.**  
Эпидемиологическое слежение за микоплазменными пневмониями у детей .....43
- Удовиченко Я. А.**  
Проявление болезни вейперов .....45

### ГЕОЛОГИЯ

- Ивин В. М.**  
Глины Республики Башкортостан: состояние сырьевой базы и ее использование .....47

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Донцова А. С.**  
Влияние искусственного интеллекта на трансформацию рынка труда и профессиональных компетенций .....49
- Ефимова К. М.**  
Теоретические основы системы государственной безопасности .....51
- Ложникова А. А.**  
Сравнительный анализ подходов к оценке экономической эффективности изменения организационных структур .....53

**Пань Тиньчжу, Чжэцзян Ванкай, Ван Шифа**

Реализация концепции корпоративной социальной ответственности китайскими предприятиями (на примере компании «Ванкай Новые Материалы») .....58

**Подгорнова К. С., Макаренко А. Г.**

Полигонные технологии как инструмент повышения эффективности организационной структуры Центральной дирекции управления движением .....62

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Разработка веб-приложения для системы поддержки принятия решения руководителя ИТ-подразделения промышленного предприятия

Томилов Антон Вячеславович, студент магистратуры

Научный руководитель: Александрова Ольга Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент  
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

*В статье исследуется актуальная тема разработки автоматизированной системы поддержки принятия решений для руководителя ИТ-подразделения на промышленном предприятии.*

**Ключевые слова:** СППР, Python, Django, ИТ-инфраструктура.

Основная задача любой управленческой деятельности — это принятие решений. Отметим, что принятие решений происходит на всех уровнях управления в условиях огромного количества информации, поступающей из разных источников, а принятые решения имеют как краткосрочные, так и долгосрочные последствия. Неудивительно, что в таких условиях все большее применение находят автоматизированные системы поддержки принятия решений (СППР) [1].

СППР — компьютерные автоматизированные системы, которые помогают работникам принимать решения по финансовому планированию в сложных условиях, проводя полный и объективный анализ предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных [2].

СППР должна учитывать особенности процесса принятия решений на предприятии и существующих данных в организации.

Разработкой СППР занимаются как крупные корпорации, так и небольшие команды разработчиков. Для разных процессов применяются разные методы и математические модели [3,4]. Ряд работ посвящен классификации методов, применяемых для построения СППР [5].

В работе [6] представлена система NERPA ERP от компании NOVOSOFT, которая в структуре программы NERPA ERP использует модуль аналитики BI. С помощью этого модуля процесс поддержки управления процессами в различных отраслях реализуется в виде результатов анализа, представленных разнообразными бизнес-отчётами, помогающими быстрой и результативной выработке оптимальных управленческих решений. Система ERP NERPA — эффективная и современная система планирования ресурсов предприятия со сложным функционалом. Стоимость её внедрения в целом на мировом рынке может варьироваться от 180 000 до 750 000 долларов США для компаний среднего размера, что для решений непервостепенных задач является слишком дорогим [6].

В работе [7] представлена комплексная информационная система управления предприятием «1С: Предприятие», которая за счет большого количества модулей может быть использована для автоматизации различных видов учетной и управленческой деятельности на разных предприятиях. Однако в «1С: Предприятие» существуют ограничения в возможностях BI-аналитики. В первую очередь, это — проприетарный формат хранения данных в базе данных (БД) в файловом режиме: он делает недоступным к разбору на таблицы [7]. Во-вторых, отметим клиент-серверный вариант БД, в котором таблицы данных 1С генерируются автоматически с использованием «внутренних идентификаторов». Это делает невозможным прямое обращение к таблицам БД 1С 8.x для извлечения данных в аналитическое хранилище BI [7].

В [8] представлена программная система поддержки принятия решений «ИГЛА» (Интеллектуальный Генератор Лучших Альтернатив), которая основана на применении нечетких когнитивных моделей и обеспечивает поддержку группового построения и согласования нечеткой когнитивной карты, выполнение расчета и анализа ее системных показателей, а также динамического моделирования сценариев развития ситуации. Аналитическая low-code платформа Loginom [9] позволяет проводить анализ данных любого уровня сложности без программирования. Система поддержки принятия решений «Выбор» [10] предназначена для структуризации проблемы, построения набора альтернатив, помогает выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, оценить альтернативы по каждому из

факторов. Такие программные продукты, как программная платформа Интеграл Аналитика [11], многопользовательский цифровой инструмент интерактивного анализа Analytic Workspace [12], Аналитическая платформа Visiology [13], Almaz BI [14], — позволяют визуализировать данные, обрабатывать и обобщать информацию из разнородных автоматизированных систем.

Основными достоинствами готовых решений СППР [8–14], представленных на рынке, можно назвать проработанные решения с учетом мировых и отечественных практик и стандартов, помощь по внедрению системы опытными специалистами, наличие технической поддержки.

Однако большая стоимость внедрения таких продуктов, избыточный и громоздкий функционал, невозможность предварительной оценки эффективности программного продукта приводят к необходимости разработки собственного продукта, функционал которого ориентирован на сопровождение производственных задач предприятия. ИТ направление на промышленных предприятиях, как правило, не является профильным, поэтому зачастую финансирование ИТ подразделений — сильно ограничено.

В данной работе предложен недорогой вариант СППР для руководителя ИТ подразделения промышленного предприятия — АО «Синарский трубный завод». Разработанная автоматизированная система имеет ограниченный функционал и рассчитана под конкретные задачи предприятия: собирает данные из смежных подсистем, анализирует их, формирует отчеты с рекомендациями о необходимости замены оборудования и приобретения нового ПО, а также генерирует отчеты по оценке работы ИТ службы.

## Методическая часть

### *Особенности объекта автоматизации текущего процесса принятия решений на предприятии*

В ходе наблюдений было установлено, что в соответствии с внутренним регламентом сотрудники завода при возникновении неисправностей вычислительной техники подают заявки в службу поддержки посредством телефонных звонков, электронной почты или через портал самообслуживания. Первая линия поддержки обрабатывает поступившие заявки и передает их специалистам ИТ для устранения неисправностей. В случае невозможности устранения проблемы формируется заявка на приобретение нового оборудования, которая передается в отдел закупок. Закупленное оборудование передается в подразделение, где сотрудники ИТ осуществляют его установку. По завершении работ заявка закрывается, о чем уведомляется пользователь. При необходимости оснащения новых рабочих мест вычислительной техникой формируется обращение к руководителю ИТ для организации закупки и установки нового оборудования.

В связи с потребностью в специализированном программном обеспечении, руководитель собирает требования по ПО, учитывает необходимость регулярного продления лицензий, приобретения дополнительных модулей и обновлений существующих лицензий.

Таким образом, решение задачи определения статуса комплектации производства оборудованием и программным обеспечением, необходимым для бесперебойной работы ИТ инфраструктуры, сводится к анализу обращений пользователей, состояния оборудования, а также потребности предприятия в лицензиях, дополнительных модулях и обновлениях ПО.

По результатам анализа формируется бюджет на следующий год, в рамках которого сотрудники ИТ приобретают необходимое оборудование и ПО.

Основная проблема процесса принятия решений на предприятии заключается в необходимости обработки большого объема данных за годовой период при отсутствии единой базы данных по оборудованию и программному обеспечению. В настоящее время специалисты службы поддержки ведут собственные списки оборудования с фиксированием его состояния, а отдел закупок — свои списки с привязкой к инвентарным номерам. Все данные заводятся вручную, поэтому в списках встречаются ошибки, связанные с человеческим фактором. Это создает сложности в управлении ресурсами и контроле за выполнением потребностей.

Также необходимо учитывать ограниченность бюджета на ИТ-инфраструктуру, который строго контролируется и должен полностью покрывать все потребности организации.

Таким образом, важной задачей является создание автоматизированной системы, позволяющей централизованно собирать и анализировать данные по оборудованию и ПО для оптимизации расходов и обеспечения бесперебойной работы всей инфраструктуры.

### *Требования к разрабатываемому программному продукту*

Построение функционала автоматизированной системы проводилось в соответствии с требованиями к разрабатываемому программному продукту, для определения которых проводилось комплексное исследование, включающее опрос заинтересованных сторон, наблюдение за текущими рабочими процессами и анализ используемых инструментов в деятельности руководителя ИТ-подразделения АО «СинТЗ». В процессе выполнения работы информация собиралась из существующих

систем (Microsoft Exchange Server, Lansweeper), из заключенных договоров (для определения сроков действия лицензий), из сводных документов Excel.

Анализ показал, что значительная часть времени руководителя ИТ уходит на сбор, обработку и анализ данных, необходимых для формирования годового бюджета, позволяющего планировать ресурсы и расходы на ИТ-инфраструктуру.

Таким образом, в разрабатываемой СППР должны содержаться и быть легко доступны следующие данные:

- сведения о пользователе, за которым закреплено оборудование;
- сведения о технических характеристиках оборудования;
- инвентарный номер;
- потребности в специализированном программном обеспечении;
- сведения о заявке на замену.

*Программные средства автоматизированной системы*

Разрабатываемую систему поддержки принятия решений было решено реализовывать в виде WEB — приложения с использованием фреймворка Django [17], написанного на python.

Django — свободный фреймворк для веб-приложений на языке Python, использующий шаблон проектирования MVC [17]. Проект поддерживается организацией Django Software Foundation. Использование данного фреймворка позволит значительно ускорить процесс разработки.

Использование языка программирования Python позволит сосредоточиться на разработке методов анализа данных, а не на написании кода.

Для быстрого создания современных, отзывчивых и кроссбраузерных веб-интерфейсов используется Bootstrap 5, являющийся бесплатным и опенсорсным фронтенд-фреймворком. Он включает готовые компоненты, сеточную систему и утилиты для стилизации, использует современный JavaScript без зависимостей от jQuery и полностью распространяется под лицензией MIT, что позволяет свободно использовать и модифицировать его в любых проектах.

**Результаты**

Разработка программного продукта включила следующие этапы:

1. Реализация требований для СППР, наиболее важные из которых — низкая стоимость разработки и внедрения, работа на всех современных ОС;
2. Автоматизация процессов сбора данных, в том числе взаимодействие с используемыми на предприятии информационными системами;
3. Разработка методов задания критериев и правил для обработки и анализа данных;
4. Разработка простого и интуитивно понятного интерфейса пользователя.

*Проект архитектуры базы данных*

Структура разрабатываемого приложения представлена на рис.1.

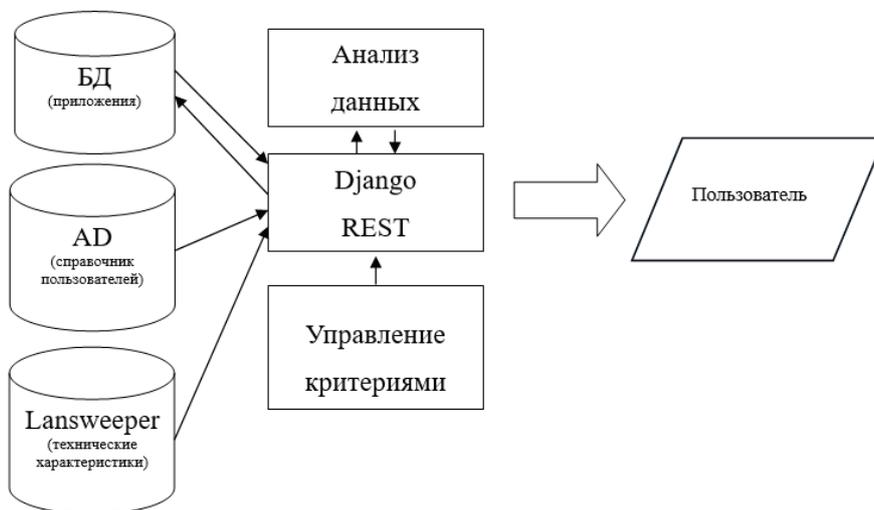


Рис. 1. Структурная схема приложения

По результатам анализа данных разработан проект архитектуры базы данных (БД). Выделены её основные направления — обновление и приобретение новых персональных компьютеров (ПК), учет серверов и сетевого оборудования, планирование и продление программного обеспечения (ПО). На рис. 2–3. представлены схемы организации БД для ПК и БД лицензий.

Таблицы «Owner» и «State» являются промежуточными: в них собираются данные из Microsoft Exchange Server и Lansweeper соответственно. Таблицы «User» и «Role» предназначены для авторизации пользователей и разграничения полномочий пользователей через их роли. Такая архитектура в дальнейшем позволила значительно уменьшить объем данных, вводимых вручную.

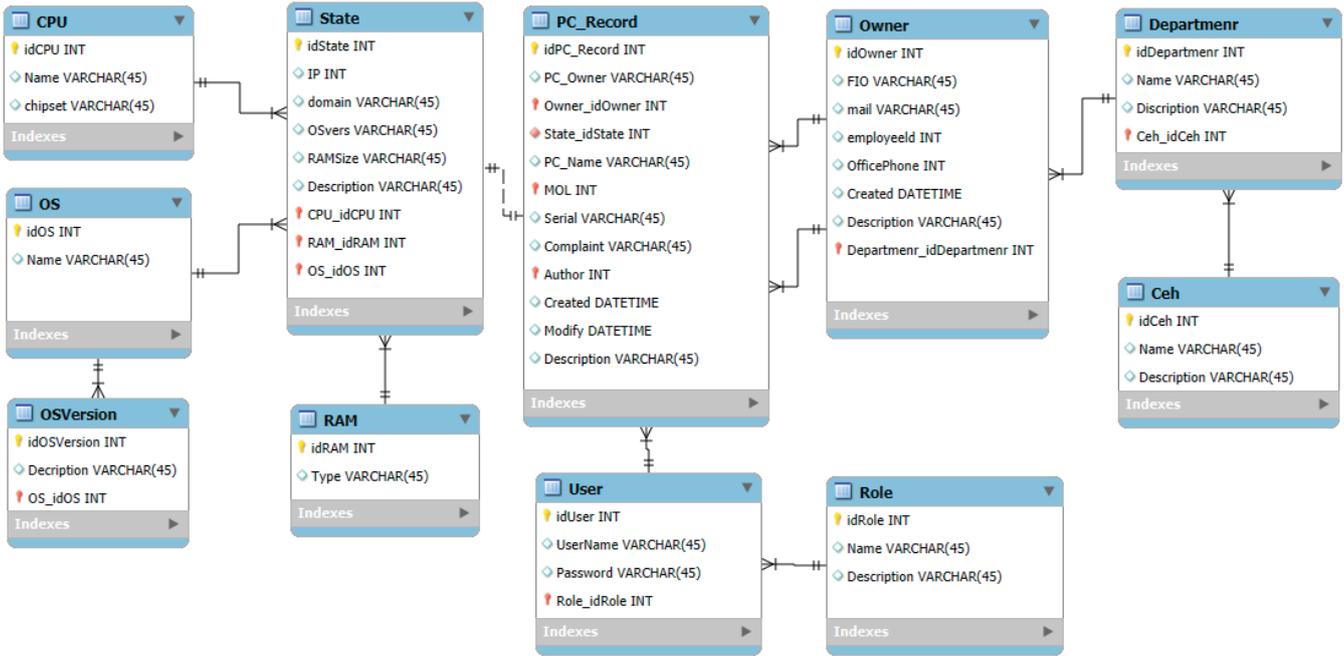


Рис. 2. Схема БД-модуля ПК

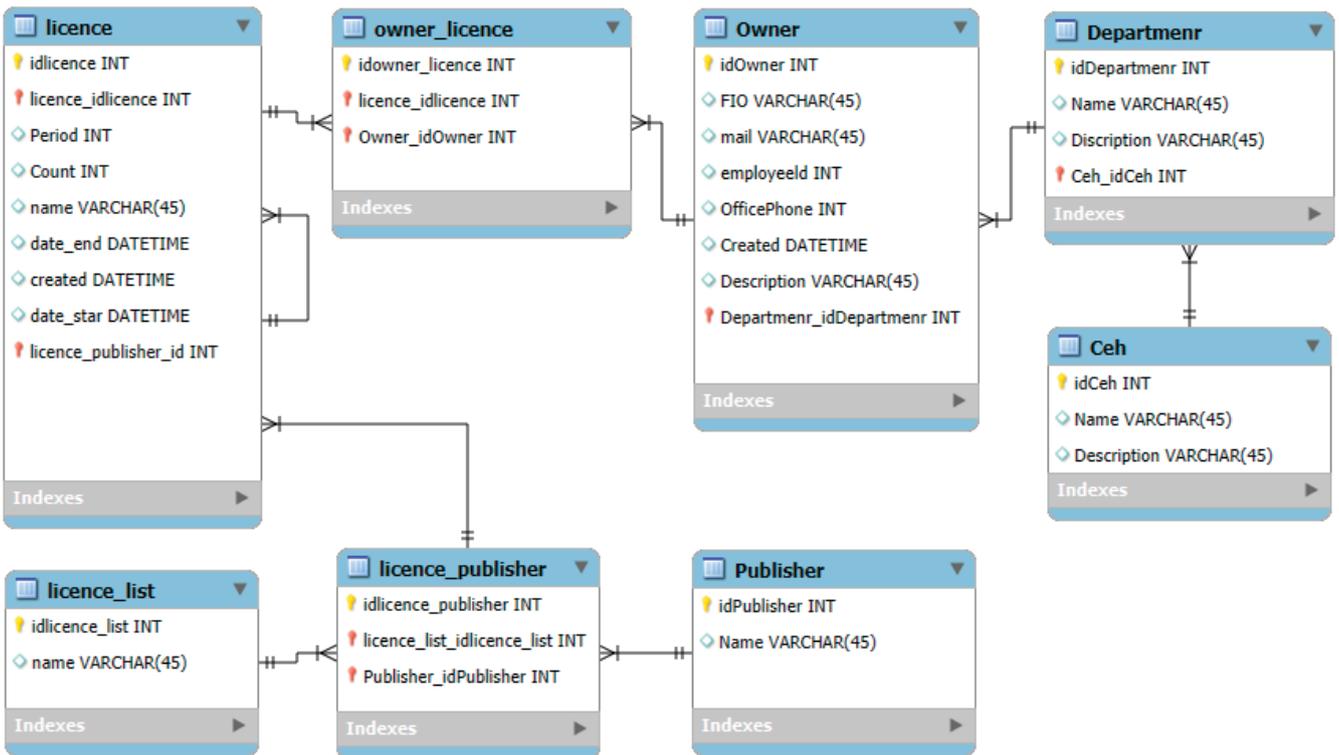


Рис. 3. Схема БД-модуля Лицензии

БД для лицензий спроектирована таким образом, чтобы можно было учитывать связь между лицензиями (см. рис.3). Например, есть лицензия на «Право использования программы» для ЭВМ «ГРАНД-Смета». В дополнение к основной лицензии, необходимо ежегодно приобретать «Право на использование обновлений версий программы» для ЭВМ «ГРАНД-Смета». Кроме того, требуются дополнительные библиотеки: «Право на использование БД «ФСНБ-2022 в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета»», а также «Право на использование обновлений БД «ФСНБ-2022 в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета»» и некоторые другие. Сроки действия лицензий могут отличаться. Также лицензии могут быть конкурентными или привязанными к конкретному пользователю, что учитывается при проектировании БД.

*Работа с критериями. Таблица фильтров*

Для работы с критериями спроектирована отдельная таблица фильтров по каждому модулю. В данной таблице имеется название соответствующего фильтра, а также организована связь «многие ко многим» с параметрами фильтров. В параметрах фильтров задаются критерии — по каким полям, условиям и значениям полей будет происходить выборка данных. Параметры собираются в фильтре по принципу логического «ИЛИ». В один фильтр можно добавлять один или несколько параметров. Такой подход позволяет заранее подготовить сложные правила, включающие несколько критериев для обработки данных, и по мере необходимости выбирать нужный вариант обработки. При этом не требуется изменение программного кода. Структура БД для обработки данных представлена на рис.4.

Используя таблицы фильтров, можно, например, задать логику функционирования системы для определения потребности в ПК:

- устанавливаются минимальные требования к компьютерам;
- все ПК, не соответствующие этим требованиям, получают атрибут «требуется замена»;
- компьютеры, удовлетворяющие минимальным требованиям, но по которым поступали обращения в службу поддержки в связи с неудовлетворительной работой, также получают атрибут «требуется замена»;
- ПК, не отвечающие минимальным требованиям и имеющие обращения в службу поддержки по причине неудовлетворительной работы, получают атрибут «требуется замена».

Аналогично выстраивается логика работы СППР в отношении лицензий:

- выбираются лицензии, действие которых заканчивается через 2 месяца;
- по выбранным лицензиям отправляется уведомление на электронный адрес руководителя ИТ-отдела с указанием используемого программного обеспечения с заканчивающимся сроком действия лицензии;
- по обращениям от подразделений заносятся запросы на приобретение необходимого программного обеспечения;
- созданные позиции без даты приобретения получают атрибут «требуется приобретение»;

Аналогичная логика работы настраивается для обработки данных по серверному и сетевому оборудованию. Кроме того, в описанные выше сценарии можно добавлять ситуационные фильтры для получения дополнительной информации.

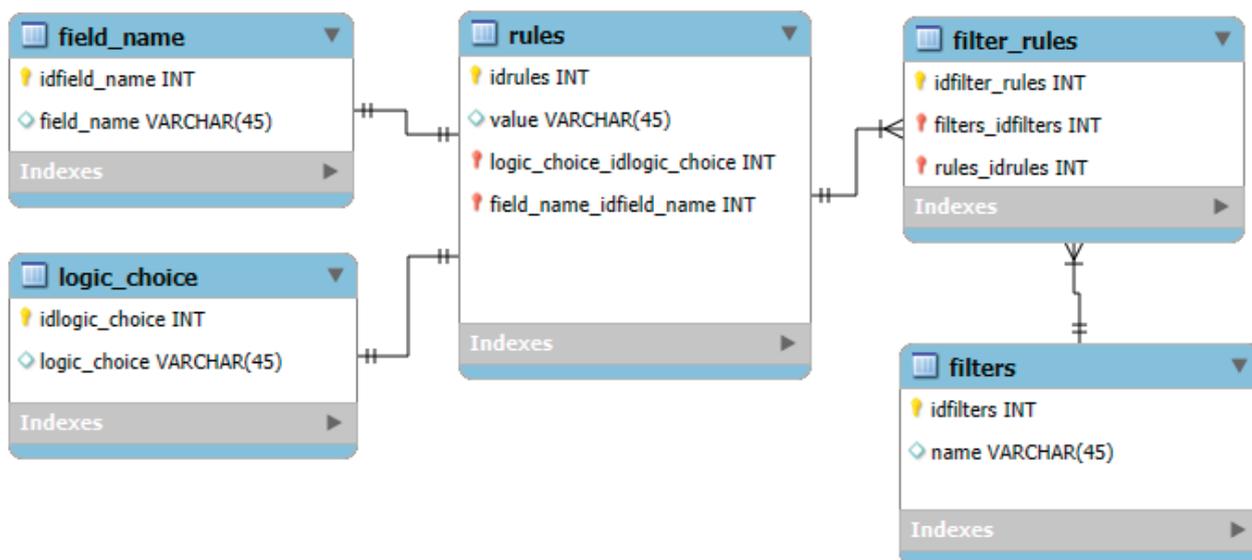


Рис. 4. Схема БД-фильтров

Интерфейс пользователя

Важным аспектом интерфейса пользователя является простота работы пользователя с автоматизированной системой. Для того чтобы информация, собранная и обработанная в СППР, была наглядной, и работа с СППР не требовала специальных знаний, разработан прототип интерфейса с минимальным набором необходимых инструментов. Макет главной страницы (рис.5) выполнен в форме информационной панели — даш-борда, на которой выводиться графическая информация временного изменения потребности в оборудовании и лицензиях, а также его отношения к общему числу оборудования. Например, на начало года требовалось 354 ПК, из которых 276 ПК — уже существующее оборудование, требующее замены, а 78 ПК — новые рабочие места. В течение года было организовано две закупки оборудования по 100 единиц, т. е. всего 200 комплектов ПК. После установки необходимого ПО комплекты ПК передаются в подразделения в среднем по 30 комплектов в месяц. При этом необходимо отметить, что первоначальная потребность в течении года изменялась в связи с выходом оборудованием из строя, а также в связи с изменением штатного расписания предприятия.

Кроме графиков, планируется использовать столбчатые диаграммы для отображения изменения потребностей оборудования и ПО по месяцам и круговые диаграммы для сравнительной оценки потребностей в разрезе подразделений. Данные по месяцам позволят оценивать управляемость процессом выдачи ПК. При наличии оборудования может быть передано около 30 подготовленных ПК. Ожидается, что это значение в течение года не будет значительно меняться. Распределение потребности в оборудовании по подразделениям может использоваться при определении рабочих мест, на которые будет выдано новое оборудование.

Также на макете размещены блоки с информацией о количестве оборудования в ИТ-инфраструктуре: 2365 ПК, 54 сервера и так далее.

Помимо графического отображения информации предусмотрено табличное представление данных и отчетов. Формирование отчетов проводится в соответствии с выбранными фильтрами.

Для уменьшения ошибок, связанных с человеческим фактором, ввод данных для большинства полей форм организован на основе справочников и данных из связанных таблиц БД с использованием автоматических подсказок. Пример макета формы ввода данных представлен на рис. 6.

Важной составляющей обеспечения корректности данных является валидация форм. Для этого используются встроенные в Django механизмы проверки правильности введённых данных и созданы собственные правила валидации. Например, комплексные проверки, связанные одновременно с несколькими полями, позволяют не только предотвратить ошибочный ввод данных, но и обеспечить их соответствие заданным бизнес-правилам.



Рис. 5. Макет главной страницы

Рис. 6. Экранная форма ввода данных

*Проверка технических характеристик программного кода*

Django предоставляет фреймворк для создания тестов. Фреймворк построен на основе иерархии классов, которые, в свою очередь, зависят от стандартной библиотеки Python unittest. Несмотря на название, данный фреймворк подходит и для юнит-тестирования, и для интеграционного тестирования. Фреймворк Django добавляет методы API и инструменты, которые помогают тестировать как веб, так и специфическое для Django поведение. Это позволило имитировать URL-запросы, добавлять тестовые данные, а также проводить проверку выходных данных приложения. Для проведения тестов в БД создаются тестовые таблицы, которые после завершения тестирования удаляются.

Результаты юнит тестов, которые проверяли корректность работы форм и передачи данных в БД, показали, что время выполнения 6 тестов составляет 0,137 с и 7 тестов — 0,832 с.

В результате интеграционного тестирования проверялись общие технические характеристики системы: доступность информации для авторизованного пользователя; проверка ограничения доступа для не авторизованного пользователя; проверка записи данных в БД, отправленных через формы; проверка редактирования данных в БД посредством запросов через форму.

Проиллюстрируем часть программного кода теста, написанного для проверки работы с БД через HTTP запросы.

Создаем тестовые данные и данные для авторизации в системе:

```
def setUp(self):
    # Создаем пользователя для авторизации
    self.user = User.objects.create_user(username='testuser',
password='testpass')
    self.client = Client()
    self.client.login(username='testuser', password='testpass')

    # Создаем необходимые объекты для форм:
    self.state = State.objects.create(pc_name='Test PC')
    self.owner = Owner.objects.create(cn='owner_cn',
displayName='Owner Name')

    # Создаем запись
    self.record = Record.objects.create(
        user_name='owner_cn',
        pc_name='Test PC',
        inv=12345,
        complaint='служебная записка',
        creator=self.user
    )
```

Также были написаны программные коды для тестирования доступности списка оборудования для авторизованного пользователя, проверки доступности детальной информации авторизованного пользователя, получения ошибки 404 для несуществующей страницы,

Проверка получения шаблона формы проводилась следующим образом:

```
def test_pc_add_view_get(self):
    url = reverse('addRecord')
    response = self.client.get(url)
    self.assertEqual(response.status_code, 200)
    self.assertTemplateUsed(response, 'PC/add.html')
    # Проверяем наличие формы в контексте
    self.assertIn('record_form', response.context)
```

Далее выполнялась проверка отправки данных в форму.

Приведём часть кода, осуществляющую проверку работы с формой редактирования записи:

```
def test_pc_update_view_get(self):
    url = reverse('updateRecord', args=[self.record.id])
    response = self.client.get(url)
    self.assertEqual(response.status_code, 200)
    self.assertTemplateUsed(response, 'PC/edit.html')
    # Проверяем наличие формы с текущими данными
    form = response.context['update_form']
    self.assertEqual(form.instance.id, self.record.id)
```

```
def test_pc_update_view_post_valid(self):
    url = reverse('updateRecord', args=[self.record.id])
    data = {
        'user_name': 'owner_cn',
        'pc_name': 'Test PC Updated',
        'complaint': 'служебная записка'
    }
    response = self.client.post(url, data)
    self.assertEqual(response.status_code, 302)

    # Проверяем обновление объекта в базе
    updated_record = Record.objects.get(id=self.record.id)
    self.assertEqual(updated_record.pc_name, 'Test PC Updated')
```

Также проверяется доступ для неавторизованных пользователей:

```
def test_pc_list_view_requires_login(self):
    url = reverse('PClist')
    response = self.client.get(url)
    # Неавторизованный пользователь должен быть перенаправлен на
    # страницу логина
    self.assertRedirects(response, '/account/login/?next=')
```

В интеграционном тестировании проверяются все страницы прототипа системы. Запуск всех тестов производился командой: `python manage.py tests`. Для запуска отдельного теста в качестве опций необходимо указать название его скрипта.

При проведении интеграционного тестирования система создала тестовую базу данных «test database» и определила её как используемую по умолчанию для тестов.

Все 28 тестов, идентифицированных системой, прошли успешно: «no issues / 0 silenced». Время прохождения 28 тестов составило 6,529 секунд.

```
(.venv) PS D:\pyProjet\md> python manage.py test
Found 28 test(s).
Creating test database for alias 'default'...
System check identified no issues (0 silenced).
.....
-----
Ran 28 tests in 6.529s
```

Рис. 7. результаты тестирования

В рамках стресс-тестирования система подвергалась нагрузкам, превышающим обычные эксплуатационные параметры, что позволило оценить её устойчивость и стабильность при экстремальных условиях эксплуатации. Среднее количество запросов, обрабатываемых в секунду, составляет 14. После выхода на рабочий режим RPS (Requests Per Second) колеблется в полосе от 12 до 15 запросов в секунду. Количество ошибок — 0.

Описание технического параметра «Время отклика системы», определяемого в стресс-тестировании, было проведено для 5 %-го уровня значимости. Верхнее значение 95 %-доверительного интервала достигало 520 мс, что неплохо согласовывалось со средним значением «агрегированного» запроса, составляющего 380 мс.

Результаты тестирования показали, что разработанная система успешно прошла все этапы проверки: большинство ошибок было выявлено и устранено на ранних стадиях, а система продемонстрировала стабильную работу под высокой нагрузкой. По итогам тестирования можно сделать вывод, что прототип системы соответствует требованиям, изложенным в техническом задании (ТЗ), и выполняет все заявленные функции.

### Заключение

Ожидается, что разрабатываемая система поддержки принятия решений значительно сократит время, затрачиваемое на обработку и анализ данных, что повысит оперативность реагирования на возникающие ситуации. Кроме того, автоматизация процессов снизит вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором при вводе и обработке информации. Важной особенностью созданной автоматизированной системы является возможность апробации новых методов оценки её работы, что позволит постоянно совершенствовать автоматизированные процессы и повышать качество предоставляемых ИТ услуг. В целом, внедрение данной системы обеспечит более эффективное управление ИТ-инфраструктурой на предприятии за счет повышения удобства использования, гибкости настроек и расширяемости решений.

### Литература:

1. Сергеев М. К. Системы поддержки принятия решений // Актуальные исследования. 2023. № 24 (154). Ч. I. С. 65–71. URL: <https://apni.ru/article/6492-sistemi-podderzhki-prinyatiya-reshenij>
2. Прокопенко Н. Ю. Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. Ю. Прокопенко; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. — 188 с.
3. Спицина И. А. Метод поддержки принятия решений при разработке информационных систем на основе мультиагентного подхода: монография / И. А. Спицина, К. А. Аксенов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»; ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет». — Екатеринбург: УрГПУ, 2018. — 156 с. — ISBN 978–5–7186–1078–9.
4. Разработка и применение методов и программных средств поддержки принятия решений на основе интеграции имитационного, мультиагентного, эволюционного моделирования и численных методов решения задач оптимизации: заключительный отчет о НИР / Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; Руководитель К. А. Аксенов; Исполнитель А. С. Антонова. — Екатеринбург, 2013. — 27 с.
5. Stephany GarcíaOscar RomeroRuth Raventós DSS from an RE Perspective: A systematic mapping Journal of Systems and Software Volume 117, July 2016, Pages 488–507 DSS
6. Технологии поддержки принятия решений в системе NERPA // novosoft URL: <https://www.novosoft.ru/nerpa/dss> (дата обращения: 21.05.2024).
7. Система проектирования прикладных решений // 1С:Предприятие URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/model/features> (дата обращения: 21.05.2024).
8. СППР «ИГЛА» // tu-bryansk.ru URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/index.html> (дата обращения: 21.05.2025).
9. Loginom — аналитическая low-code платформа // loginom URL: <https://loginom.ru/platform> (дата обращения: 21.05.2025).
10. Система поддержки принятия решений «Выбор» // ЦИРИТАС URL: <http://www.ciritas.ru/product.php?id=10#39> (дата обращения: 21.05.2024).
11. Программный продукт Аналитика // Интеград URL: <https://www.integrad.ru/analitic.htm> (дата обращения: 21.05.2025).
12. Российская BI-система Analytic Workspace (AW BI) // Analytic Workspace URL: <https://analyticworkspace.ru> (дата обращения: 21.05.2025).
13. Российская корпоративная Business Intelligence платформа № 1 // VISIOLOGY URL: <https://ru.visiology.ru> (дата обращения: 21.05.2025).
14. Almaz BI удобная система анализа и визуализации данных // Almaz BI URL: <https://inleksys.ru/almaz-bi/> (дата обращения: 21.05.2024).
15. Лабабиди М. Р. Система поддержки принятия решений (СППР) как инструмент принятия эффективных управленческих решений на промышленных предприятиях / М. Р. Лабабиди, Н. Р. Кельчевская. — Текст: электронный // Весенние дни науки: сборник докладов Международной конференции студентов и молодых ученых (Екатеринбург, 21–23 апреля 2022 г.). — Екатеринбург: УрФУ, 2022. — С. 377–381.

16. Дронов В. А. Django: практика создания Web-сайтов на Python. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 528с.: ил.
17. Меле А. Django 4 в примерах / пер. с англ. А. В. Логунова. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 800 с.: ил. ISBN 978-5-93700-204-4
18. Django // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Django> (дата обращения: 21.05.2025).

## Искусственный интеллект как основной инструмент вооружения XXI века

Черных Денис Александрович, инженер

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В современных условиях развития военных технологий искусственный интеллект (ИИ) становится ключевым элементом стратегического превосходства. Цифровая трансформация вооружённых сил и интеграция ИИ-технологий определяют новый этап в развитии военного искусства и формируют новый облик той или иной армии. Актуальность исследования обусловлена необходимостью осмысления роли ИИ как основного вида вооружения XXI века.*

*В статье приведены результаты комплексного анализа роли и места искусственного интеллекта в современной военной стратегии, а также рассмотрены следующие вопросы: теоретические основы и современное состояние ИИ в военной сфере, выявлены преимущества и недостатки использования ИИ, рассмотрены технологические аспекты, этические и правовые проблемы внедрения ИИ, а также определены перспективы дальнейшего развития и применения ИИ.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, военное искусство, наступательные операции, стратегическое планирование, тактическое управление.

Развитие технологий ИИ происходило поэтапно, а начиная с 2020 года, наблюдается тенденция активного внедрения ИИ во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и в современные образцы вооружения и военной техники:

- 1) 1950-е годы — зарождение концепции (создание первых алгоритмов машинного обучения);
- 2) 1980-е годы — первые практические применения (экспертные системы);
- 3) 2000-е годы — прорыв в машинном обучении (глубокое обучение, нейронные сети);
- 4) 2020-е годы — интеграция в военные системы (автономные системы принятия решений).

Для единого понимания и трактовки будем пользоваться определением ИИ, изложенным в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490, а именно: «Искусственный интеллект — комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека».

Активное внедрение ИИ в повседневную жизнь, влечет за собой большие трудности, в связи с тем, что необходимо определять правовые аспекты применения ИИ. Международное право устанавливает следующие принципы:

- соблюдение международного гуманитарного права — ИИ должен действовать в рамках законов войны;

- ответственность за действия ИИ-систем — необходимо определить, кто несёт ответственность за решения ИИ;
- прозрачность принятия решений — алгоритмы должны быть понятными для проверки;
- контроль над автономными системами — человек должен сохранять возможность вмешательства.

Системы, основанные на применении искусственного интеллекта, которые используются в настоящее время в вооружённых силах различных государств можно классифицировать по функциональному назначению следующим образом:

- системы поддержки принятия решений — помогают командованию анализировать ситуации;
- автономные боевые системы — способны действовать без прямого участия человека;
- системы ситуационной осведомлённости (сбора и анализа информации) — обеспечивают сбор и анализ данных о поле боя;
- системы кибербезопасности — защищают военные коммуникации от кибератак;
- логистические системы — помогают в оптимизации снабжения войск.

В вооружённых силах ИИ нашел применение в различных областях. Создаются и уже активно используются различные разведывательные системы, которые решают задачи по обработке данных с БПЛА и специальных космических аппаратов — анализ изображений, распознавание целей и т. п. Системы управления решают задачи по автоматизации принятия решений — оптимизация маршрутов, распределение ресурсов. Решаются задачи по

обеспечению кибербезопасности (защита военных коммуникаций) — обнаружение и предотвращение атак на коммуникационные сети. ИИ берет на себя вопросы организации логистики — оптимизация снабжения войск, прогнозирование потребностей маршрутизация, а также ИИ нашел применение при организации технического обслуживания — прогнозирование неисправностей, предупреждение поломок и планирование необходимых видов ремонтов вооружения и военной техники.

В ведущих странах разрабатываются различные технологические платформы и решения, с применением ИИ. Анализ международных практик использования ИИ в военных целях показывает активное внедрение ИИ в вооружённые силы ведущих держав:

- США — программа Project Maven (система анализа видеоданных с дронов), система JEDI, (автоматизация обработки разведывательных данных),
- Китай — системы «умного оружия» (интеллектуальные системы наведения), автономные подводные лодки (системы навигации и целеуказания);
- Россия — комплексы «Ураган» (системы управления огнём);
- ЕС — программа Lethal Autonomous Weapons (разработка автономных систем);
- Израиль — системы «Железный купол» (автоматическое обнаружение и уничтожение ракет).

При проведении сравнительного анализа применения ИИ ведущими державами можно выявить различия в подходах к внедрению ИИ:

- США — фокус на автономных системах (развитие технологий машинного обучения);
- Китай — развитие ИИ-оружия (интеграция ИИ в существующие системы вооружения);
- Россия — интеграция в существующие системы (модернизация старых комплексов);
- ЕС — акцент на этических аспектах (разработка норм и правил использования);
- Израиль — является своего рода «полигоном» для отработки различных систем, разработанными США.

Тенденция активного использования ИИ в военных целях в первую очередь обуславливается повышением эффективности военных операций: увеличение скорости реагирования — мгновенная обработка данных (анализ ситуации в реальном времени, что позволяет принимать решения быстрее противника); повышение точности ударов — минимизация сопутствующего ущерба (точное наведение на цель, снижение вероятности поражения гражданских объектов); экономия ресурсов — оптимизация использования сил (рациональное распределение военных ресурсов, снижение затрат на проведение операций); снижение потерь — минимизация рисков для личного состава (использование беспилотных систем вместо людей в опасных зонах).

ИИ обеспечивает автоматизацию процессов управления. Уже активно используются системы автоматического планирования операций (создание оптимальных

сценариев действий на основе анализа разведывательных данных), выполняется прогнозирование действий противника (анализ паттернов поведения, предсказание возможных тактических ходов. С применением ИИ выполняется оптимизация маршрутов передвижения (выбор наиболее эффективных путей с учётом рельефа, погодных условий и угроз), а также системы реального времени позволяют проводить анализ угроз в реальном времени (непрерывный мониторинг ситуации, своевременное выявление потенциальных опасностей). Помимо вышеперечисленного, внедрение ИИ позволяет: минимизировать потери среди военнослужащих (автоматизация опасных задач, снижение необходимости прямого участия людей в боевых действиях); защитить критически важные объекты (автоматическое обнаружение угроз, быстрое реагирование на потенциальные атаки); обеспечить безопасность при выполнении опасных задач (использование роботизированных систем в зонах повышенного риска); снизить нагрузку на операторов (автоматизация рутинных операций, освобождение персонала).

При рассмотрении потенциальных угроз и рисков от внедрения ИИ, можно выделить следующее:

- технические сбои систем ИИ (возможные ошибки в работе алгоритмов, сбои в программном обеспечении);
- этические дилеммы автономного оружия (вопросы ответственности за действия автономных систем);
- угрозы кибербезопасности (возможность взлома систем управления, компрометация данных);
- правовые неопределенности (отсутствие чётких международных норм регулирования).

Рассмотрим технологические аспекты внедрения ИИ в военную сферу. Ключевыми компонентами **системы обработки данных и аналитики** являются: большие данные (Big Data) — обработка огромных массивов информации в реальном времени; машинное обучение — постоянное совершенствование алгоритмов на основе новых данных; нейронные сети — моделирование сложных процессов принятия решений; облачные вычисления — обеспечение высокой производительности и масштабируемости систем. Современными разработками автономных боевых систем являются: беспилотные летательные аппараты (БПЛА) — выполнение разведывательных и ударных задач; наземные роботы — патрулирование территорий, разминирование, транспортировка грузов; подводные дроны — исследование морских глубин, противолодочная оборона; автономные корабли — патрулирование морских границ, противопиратская деятельность.

Современные угрозы кибербезопасности и защиты информации в киберпространстве требуют комплексного подхода к защите: защита военных коммуникаций от взлома (использование передовых методов шифрования); предотвращение кибератак на критически важные объекты (системы раннего обнаружения угроз); обеспечение безопасности систем управления (многоуровневая защита от несанкционированного доступа); защита данных

от несанкционированного доступа (резервное копирование, контроль целостности).

К методам защиты от этих угроз можно отнести:

- шифрование данных (использование квантового шифрования);
- многофакторную аутентификацию (сложные системы подтверждения личности);
- системы обнаружения вторжений (непрерывный мониторинг сетевой активности);
- регулярное обновление программного обеспечения (оперативное устранение уязвимостей).

В настоящее время повсеместно происходит интеграция ИИ с существующими системами. Основные направления интеграции: внедрение ИИ в существующие системы управления (модернизация командных центров); модернизация вооружения и военной техники с использованием ИИ (улучшение точности наведения); создание гибридных систем человек-машина (оптимальное распределение задач между человеком и машиной); разработка протоколов взаимодействия (стандартизация интерфейсов и протоколов связи).

Один из наиболее важных вопросов в сфере ИИ — этические и правовые проблемы применения ИИ в военном деле, который требует международного регулирования. Правовые аспекты данного вопроса включают:

- соблюдение международного гуманитарного права (принципы различия, соразмерности, необходимости);
- контроль над автономными системами (определение границ автономии);
- ответственность за действия ИИ (установление механизмов ответственности);
- прозрачность принятия решений (возможность аудита действий систем).

Этические аспекты данного вопроса включают:

- право на жизнь и смерть (кто принимает окончательное решение о применении силы);
- пропорциональность применения силы (оценка соотношения ожидаемого военного преимущества и возможных потерь);
- различие между гражданскими и военными целями (способность ИИ корректно определять цели);
- минимизация сопутствующего ущерба (оценка возможных последствий действий).

Рассматривая перспективы развития и применения технологий ИИ в военном деле, можно выделить основные тенденции развития, к которым относятся:

- увеличение автономности систем — развитие способности к самостоятельному принятию решений;
- развитие когнитивных способностей ИИ — улучшение способности к анализу и прогнозированию;
- совершенствование алгоритмов принятия решений — повышение точности и скорости работы;
- интеграция с новыми технологиями — квантовые вычисления, нейроморфные системы.

В свою очередь множество научных организаций, институтов, академий и предприятий промышленности

проводят инновационные исследования в перспективных областях, таких как: *квантовые вычисления* — повышение производительности систем; *нейроморфные системы* — имитация работы человеческого мозга; *биомиметические технологии* — использование принципов работы живых организмов; *системы коллективного интеллекта* — координация действий множества автономных систем.

Развитие и внедрение технологий ИИ влечет за собой различные сценарии применения этих технологий, и как мы можем наблюдать не всегда в позитивном ключе. Опыт специальной военной операции, и прочих современных вооруженных конфликтов показывает, что ведутся так называемые гибридные войны (сочетание традиционных и новых методов ведения боевых действий). Многие военные эксперты прогнозируют в скором времени появление космических конфликтов — борьба за контроль над околоземным пространством. Уже активно ведутся кибервойны противоборство в цифровом пространстве, организация кибератак, воздействие на отдельные страны через мультимедиа технологии. Подводя итог развития и внедрения технологий ИИ можно сделать вывод, что в скором времени будут использоваться новые технологии и методы ведения боевых действий в войнах будущего.

В целях заблаговременной подготовки к последствиям внедрения технологий, которые были рассмотрены выше, необходимо принимать соответствующие регулирующие меры:

- создание международных стандартов применения ИИ;
- разработка этических кодексов для военных ИИ-систем;
- установление пределов автономии систем;
- создание систем контроля и аудита;
- обеспечение прозрачности принятия решений.

## Заключение

Подводя итоги комплексного анализа роли и места искусственного интеллекта в современной военной стратегии можно сделать основные выводы исследования. Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью военной стратегии. Требуется комплексный подход к регулированию технологий и тесное международное сотрудничество. Важно сохранять человеческий контроль и учитывать этические аспекты. К практическим рекомендациям по дальнейшему развитию можно отнести усиление международного сотрудничества, развитие нормативной базы, совершенствование технических решений, повышение квалификации специалистов, создание систем контроля и аудита. К перспективным направлениям дальнейших исследований можно отнести этические аспекты применения ИИ, технические ограничения и пути их преодоления, социальные последствия внедрения ИИ, экономические факторы развития технологий, психологические аспекты взаимодействия человека и ИИ.

## Литература:

1. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 (ред. от 15.02.2024) О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года). — Текст: электронный // Судебные и нормативные акты РФ: [сайт]. — URL: <https://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-10102019-n-490/> (дата обращения: 19.08.2025);
2. Искусственный интеллект станет главным оружием в войнах будущего. — Текст: электронный // ДЗЕН: [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/Z34ruibj0lJ8GI-> (дата обращения: 19.08.2025);
3. ИИ на линии фронта. — Текст: электронный // НТВ: [сайт]. — URL: <https://www.ntv.ru/cards/6921/> (дата обращения: 19.08.2025).

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Роль ядерной энергетики как низкоэмиссионной технологии

Буренков Михаил Владимирович, студент;  
Котлов Дмитрий Владимирович, студент;  
Никоненко Александр Владимирович, студент  
Научный руководитель: Губин Артур Владимирович, преподаватель  
Севастопольский государственный университет

*В статье авторы проводят сравнительный анализ ядерной энергетики с другими источниками энергии, основываясь на понятие низкоэмиссионной технологии.*

**Ключевые слова:** парниковые газы, атомные электростанции, угольные электростанции, газовые установки, возобновляемые источники энергии.

**Н**изкоэмиссионная технология — это технологии и методы, которые позволяют значительно снизить выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ в атмосферу по сравнению с традиционными способами производства энергии или ведения хозяйственной деятельности. Основная цель таких технологий — минимизация негативного воздействия на окружающую среду и борьба с изменением климата.

**Атомные электростанции** не выделяют углекислый газ при производстве электроэнергии. В течение всего жизненного цикла, включая добычу урана, переработку и хранение отходов, выбросы CO<sub>2</sub> значительно ниже, чем при использовании ископаемых источников энергии. По данным Всемирной ядерной ассоциации, доля ядерной энергетики в глобальных выбросах CO<sub>2</sub> составляет менее 5 %.

**Уголь** является одним из наиболее углеродоемких источников энергии. Его использование в энергетике сопряжено с выбросами значительных объемов углекислого газа и других загрязняющих веществ, таких как оксиды серы и азота. Эти выбросы негативно влияют на окружающую среду и способствуют изменению климата. Угольные электростанции могут производить до 900 грамм углекислого газа на каждый киловатт-час выработанной электроэнергии. Это делает уголь одним из наиболее экологически вредных источников энергии в глобальном масштабе.

**Природный газ**, как ископаемое топливо, выделяется в окружающую среду при его добыче, транспортировке и сжигании. В сравнении с углем, он обладает более низким углеродным следом, поскольку при его сгорании образуется примерно 400 г углекислого газа на киловатт-час. Однако, несмотря на это, использование природного газа не

лишено экологических проблем. Одним из ключевых аспектов является выброс метана — мощного парникового газа, который способен утекать на всех этапах цикла добычи и транспортировки природного газа. Утечки метана могут происходить на этапе бурения скважин, транспортировки по трубопроводам и при хранении. Эти утечки вносят значительный вклад в глобальное потепление, поскольку метан обладает более высоким потенциалом парникового эффекта по сравнению с углекислым газом.

**Солнечные и ветровые энергетические установки** являются экологически чистыми источниками энергии, так как в процессе их работы не происходит выбросов углекислого газа. Однако, несмотря на это, их жизненный цикл, включающий добычу необходимых материалов, производство панелей и турбин, а также последующую утилизацию, может быть связан с эмиссией незначительного количества углерода.

#### Эффективность различных источников энергии

– Ядерные реакторы обладают высокой энергетической плотностью, что делает их привлекательными для использования в энергетике. Один килограмм урана-235 способен выделить столько же энергии, сколько около 1,5 тонн угля. Это обусловлено высокой энергоемкостью ядерного топлива и эффективностью процессов деления атомных ядер. Современные ядерные реакторы демонстрируют КПД на уровне 33–37 %. Несмотря на это, их применение ограничено из-за проблем с утилизацией радиоактивных отходов и общественного восприятия.

– Угольные электростанции имеют более низкий коэффициент полезного действия (КПД), который обычно

составляет около 30–35 %. Значительная часть энергии, выделяемой при сжигании угля, теряется в виде тепла. Это делает угольную энергетику менее эффективной по сравнению с некоторыми альтернативными источниками.

– Газовые установки, особенно те, что используют технологию комбинированного цикла (CCGT), демонстрируют более высокий КПД — до 60 %. В этом цикле тепло, выделяемое при сжигании природного газа, используется для генерации пара, который, в свою очередь, приводит в движение турбины и вырабатывает электроэнергию. Это позволяет значительно повысить общую эффективность энергопроизводства.

– Возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая, также имеют свои особенности в плане эффективности. Солнечные панели в настоящее время демонстрируют КПД от 15 % до 22 %, что зависит от используемых технологий и условий эксплуатации. Ветровые турбины, в свою очередь, могут достигать КПД около 40–50 %, но их эффективность также зависит от погодных условий и времени суток.

### Надежность

– Атомные электростанции обладают высокой степенью надежности, обеспечивая стабильное и предсказуемое производство электроэнергии. Они способны функционировать непрерывно в течение 18–24 месяцев без остановок. Это обусловлено высокой степенью автоматизации процессов и строгим контролем за безопасностью.

– Угольные и газовые электростанции также обеспечивают надежное производство электроэнергии. Однако их работа может быть подвержена влиянию колебаний цен на топливо и его доступности. В периоды роста цен на ископаемое топливо это может привести к снижению надежности энергоснабжения.

– Солнечные и ветровые установки обладают меньшей предсказуемостью по сравнению с традиционными источниками энергии. Их выработка зависит от погодных условий, что может привести к временным перебоям в энергоснабжении. Для повышения надежности необходимо внедрение систем хранения энергии и резервных источников питания.

### Затраты для различных источников энергии

– Строительство атомных электростанций требует значительных первоначальных инвестиций, оцениваемых в среднем от 6 до 9 миллиардов долларов на один реактор. Однако эксплуатационные расходы являются относительно низкими, что позволяет снизить долгосрочные затраты на электроэнергию. При увеличении цен на ископаемое топливо ядерная энергетика может стать конкурентоспособной альтернативой.

– Угольные электростанции имеют более низкие первоначальные затраты на строительство по сравнению

с ядерными. Однако эксплуатационные расходы могут значительно возрасти из-за необходимости соблюдения экологических норм и снижения выбросов углекислого газа. Это может привести к увеличению себестоимости производства электроэнергии.

– Газовые станции также характеризуются относительно низкими первоначальными затратами. Однако их стоимость сильно зависит от колебаний цен на природный газ, что делает их менее предсказуемыми с точки зрения экономической эффективности.

– Стоимость солнечной и ветровой энергии значительно снизилась за последние годы, что делает их одними из самых дешевых источников электроэнергии в некоторых регионах. Однако для обеспечения надежности и стабильности энергоснабжения необходимы дополнительные инвестиции в системы хранения энергии и модернизацию сетевой инфраструктуры.

### Безопасность и воздействие на окружающую среду различных источников энергии

– Ядерная энергетика представляет собой сложный и высокотехнологичный процесс, требующий строгого соблюдения норм безопасности. Современные технологии обеспечивают высокие стандарты защиты ядерных реакторов, однако инциденты, такие как аварии на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1», вызывают серьезные опасения в обществе. Эти события подчеркивают необходимость постоянного совершенствования мер безопасности и разработки новых поколений ядерных реакторов с улучшенными характеристиками. Разработка реакторов нового поколения включает внедрение инновационных систем управления, повышение устойчивости к внешним воздействиям и минимизацию рисков, связанных с радиоактивными отходами. Эти меры направлены на обеспечение долгосрочной безопасности и снижение вероятности аварий. Основное экологическое воздействие ядерной энергетики связано с производством радиоактивных отходов. Эти отходы требуют долгосрочного и безопасного хранения, что является сложной и дорогостоящей задачей. В процессе эксплуатации ядерных реакторов выбросы радиоактивных веществ минимальны, что делает ядерную энергетику относительно экологически чистой по сравнению с традиционными источниками энергии.

– Сжигание угля и природного газа является традиционным источником энергии, но сопровождается рядом экологических и социальных проблем. Угольная энергетика связана с выбросами вредных веществ, таких как диоксид серы, оксиды азота и тяжелые металлы, что негативно влияет на качество воздуха и может вызывать заболевания дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы и другие проблемы со здоровьем. Кроме того, добыча угля приводит к разрушению экосистем, загрязнению почвы и воды. Угольная энергетика оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Сжигание угля приводит к выбросам парниковых газов,

таких как диоксид углерода, что способствует глобальному потеплению. Кроме того, угольная промышленность связана с загрязнением воздуха, воды и почвы тяжёлыми металлами и другими вредными веществами. Добыча угля также приводит к разрушению природных ландшафтов и экосистем.

– Природный газ считается более экологически чистым видом топлива по сравнению с углём, однако его добыча, особенно методом гидроразрыва пласта (фрекинга), вызывает опасения из-за возможного загрязнения подземных вод и воздействия на экосистемы. В процессе эксплуатации газовых месторождений также могут происходить утечки метана, что способствует парниковому эффекту. Добыча природного газа, особенно методом гидроразрыва пласта, вызывает беспокойство из-за возможного загрязнения подземных вод, почвы и воздуха. Утечки метана, которые могут происходить в процессе добычи и транспортировки газа, усиливают парниковый эффект. Эти факторы делают газовую энергетику менее экологически чистой по сравнению с возобновляемыми источниками энергии. Добыча природного газа, особенно методом гидроразрыва пласта, вызывает беспокойство из-за возможного загрязнения подземных вод, почвы и воздуха. Утечки метана, которые могут происходить в процессе добычи и транспортировки газа, усиливают парниковый эффект. Эти факторы делают газовую энергетику менее экологически чистой по сравнению с возобновляемыми источниками энергии.

– Возобновляемые источники энергии, такие как ветровая и солнечная энергия, считаются безопасными для окружающей среды и здоровья человека. Однако их использование также связано с определёнными рисками. Ветряные установки требуют значительных площадей и могут оказывать влияние на местные экосистемы, включая птиц и насекомых. Солнечные панели изготавливаются из материалов, содержащих токсичные вещества, что требует разработки безопасных технологий утилизации. Возобновляемые источники энергии имеют минимальное воздействие на окружающую среду по сравнению с ископаемыми видами топлива. Однако их производство и утилизация также связаны с определёнными экологическими проблемами. Ветряные установки требуют значительных площадей, что может привести к изменению ландшафта и воздействию на местные экосистемы. Солнечные панели содержат токсичные вещества, такие как

свинец и кадмий, что требует разработки безопасных технологий переработки и утилизации.

### Заключение

Ядерная энергетика представляет собой значительный и многогранный инструмент в борьбе с глобальным изменением климата. Её ключевое преимущество заключается в крайне низких выбросах углекислого газа, что делает её одним из наиболее экологически чистых источников энергии. В условиях нарастающих климатических вызовов, таких как повышение глобальной температуры, таяние ледников, экстремальные погодные явления и угроза повышения уровня моря, ядерная энергия демонстрирует высокую эффективность в снижении углеродного следа и поддержании энергетической стабильности. Тем не менее, при грамотном подходе и интеграции с другими источниками энергии, ядерная энергетика может сыграть ключевую роль в создании устойчивой энергетической системы. Её высокая энергоёмкость и способность обеспечивать стабильное производство электроэнергии делают её незаменимой в условиях перехода к возобновляемым источникам энергии. Ядерная энергия может выступать в качестве «зеленого моста» между текущей энергетической системой, основанной на ископаемых видах топлива, и будущим, где доминируют возобновляемые источники. Для достижения этой цели необходимо учитывать комплексный подход, включающий научные исследования, технологические инновации, строгую регуляторную политику и международное сотрудничество. Важно проводить всесторонние оценки рисков и разрабатывать эффективные стратегии управления ими. Кроме того, необходимо продолжать исследования в области новых технологий, таких как малые модульные реакторы и технологии переработки отходов, которые могут повысить безопасность и экономическую эффективность ядерной энергетики. В конечном итоге, ядерная энергетика должна рассматриваться как неотъемлемая часть глобальной энергетической системы, которая может внести значительный вклад в достижение целей устойчивого развития и борьбу с изменением климата. Однако для этого необходимо преодолеть существующие вызовы и барьеры, обеспечивая баланс между экономической эффективностью, экологической безопасностью и социальной ответственностью.

### Литература:

1. Всемирная ядерная ассоциация. (2023). Отчет о производительности мировой ядерной энергетики.
2. Международное энергетическое агентство (МЭА). (2022). Мировой энергетический прогноз 2022.
3. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). (2021). Изменение климата 2021: Основы физических наук.
4. Национальная лаборатория возобновляемой энергии (NREL). (2020). Затраты на производство возобновляемой энергии в 2020 году.
5. Агентство по ядерной энергии ОЭСР. (2018). Роль ядерной энергетики в низкоуглеродном энергетическом будущем.

6. Грублер М. (2018). Перспективы энергетических технологий 2018: Катализаторы преобразований энергетических технологий. Международное энергетическое агентство.
7. Совакул Б. К. (2016). Переход на возобновляемые источники энергии: реалии и вызовы. Справочник Рутледжа по энергетике и обществу.
8. Кливленд К. Дж., Моррис К. (2019). Роль ядерной энергетики в будущем энергетическом балансе. Энергетическая политика (том 132, с. 22–32).

## Прорывные технологии в области термоядерного синтеза

Буренков Михаил Владимирович, студент;  
Котлов Дмитрий Владимирович, студент;  
Никоненко Александр Владимирович, студент  
Научный руководитель: Губин Артур Владимирович, преподаватель  
Севастопольский государственный университет

*В статье исследуются современные достижения и перспективы управляемого термоядерного синтеза (УТС) как альтернативного источника энергии. В настоящее время широко используются лишь два типа ядерной энергии: радиоактивный распад и цепная реакция деления. УТС, аналогичный процессам в звездах, обладает огромным потенциалом, но его реализация на Земле остается сложной задачей. В статье рассматриваются актуальные и проектируемые установки для УТС, а также их возможные применения в энергетике.*

**Ключевые слова:** управляемый термоядерный синтез, УТС, магнитное удержание плазмы, токамак, плазменная неустойчивость, пинч-эффект, стелларатор.

Термоядерные реакции происходят при высоких температурах, превращая вещество в плазму — ионизированный газ с равными плотностями положительных и отрицательных зарядов. Для удержания плазмы её изолируют в магнитном поле, где ионы и электроны движутся по спиралям вдоль силовых линий. Замкнутые силовые линии удерживают плазму в петле. Однако магнитное удержание сложной плазмы затруднено из-за магнито-гидродинамических и кинетических неустойчивостей. Магнито-гидродинамические неустойчивости возникают из-за изгибов магнитных линий, приводя к перемещению плазмы и потере тепла. Эти неустойчивости подавляют специальными конфигурациями магнитного поля. Кинетические неустойчивости нарушают упорядоченные процессы, такие как протекание электрического тока или потока частиц.

Если к ионизованному проводящему газу приложить сильное электрическое поле, то в нем возникнет разрядный ток, одновременно с которым появится окружающее его магнитное поле. Взаимодействие магнитного поля с током приведет к появлению действующих на заряженные частицы газа сжимающих сил. Если ток протекает вдоль оси проводящего плазменного шнура, то возникающие радиальные силы подобно резиновым жгутам сжимают шнур, отодвигая границу плазмы от стенок содержащей ее камеры. Это явление названо пинч-эффектом.

Пинч-эффект — эффект сжатия, стягивания высоко-точного газового разряда (плазменного образования) в результате взаимодействия тока разряда с магнитным полем, собственным или внешним.

В плазменных установках пинч-эффект — это сжатие плазмы под действием тока. Ток создает магнитное поле, которое, взаимодействуя с дрейфующим электронным газом по закону Лоренца, направляет его к центру проводника. Это приводит к образованию отрицательного заряда в центре и положительного у поверхности, сохраняя общий нулевой заряд. В результате поляризации возникает поперечное электрическое поле, которое действует на ионную решетку, вызывая ее упругое сжатие и механические напряжения

В системах открытой конфигурации проблема удержания плазмы в продольном направлении решается путем создания магнитного поля, силовые линии которого вблизи торцов камеры имеют вид сужающегося пучка. Заряженные частицы движутся по винтовым линиям вдоль силовой линии поля и отражаются от областей с более высокой напряженностью (где плотность силовых линий больше). Такие конфигурации называются ловушками с магнитными пробками, или магнитными зеркалами. Магнитное поле создается двумя параллельными катушками, в которых протекают сильные одинаково направленные токи. В пространстве между катушками силовые линии образуют «бочку», в которой и располагается удерживаемая плазма. Однако такие системы не в состоянии удержать плазму той степени плотности, которая необходима для работы реактора.

Одной из первых и самых простых попыток реализовать идею магнитного удержания является Z-пинч — плазменный шнур между двумя электродами, ток в котором создает азимутальное магнитное поле, призванное

сжимать и удерживать плазму. Z-пинч — сжатие, возникающее при разряде между двумя электродами. На идее Z-пинча работают замкнутые тороидальные установки токамак и стелларатор: шнур, изогнутый в тор, избавлен от прямого контакта горячей плазмы с электродами, а неустойчивости пинча преодолеваются усложнением структуры поля с помощью дополнительных внешних токов, окружающих тор.

### Токамак

Токамак (Тороидальная Камера с Магнитными Катушками) — тороидальная установка для магнитного удержания плазмы. Плазма удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать её температуру, а специально создаваемым магнитным полем. Особенностью токамака является использование электрического тока, протекающего через плазму для создания полоидального поля,

необходимого для равновесия плазмы. Этим он отличается от стелларатора, в котором и тороидальное, и полоидальное поля создаются с помощью магнитных катушек. Токамак — устройство для осуществления реакции термоядерного синтеза в горячей плазме в квазистационарном режиме, причем плазма создается в тороидальной камере и ее стабилизирует магнитное поле. В установках типа токамак плазму создают внутри тороидальной камеры с помощью безэлектродного кольцевого разряда. Через плазменный ступок пропускают электрический ток. При этом у него появляется собственное магнитное поле — ступок плазмы как бы сам становится магнитом. Теперь с помощью внешнего магнитного поля определенной конфигурации можно подвесить плазменное облако в центре камеры, не позволяя ему соприкоснуться со стенками.

Камера в токамаке — тороидальная, то есть по форме напоминает бублик. Схема ТОКАМАКА изображена на рисунке 1.

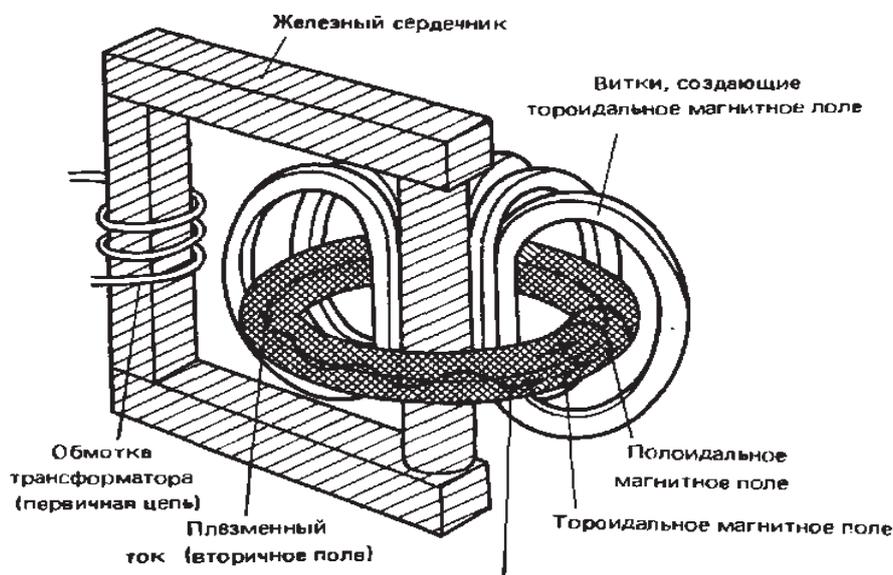


Рис. 1. Схема Токамак

Из камеры откачивают воздух, чтобы посторонние атомы не вмешивались в процесс, а затем в нее вводят дейтерий-тритиевую смесь. Снаружи расположены катушки, подключенные к переменному электрическому напряжению. Подобно первичной обмотке трансформатора, они создают кольцевой ток в водородной плазме. В газе всегда есть свободные ионы и электроны, которые начинают двигаться в камере по кругу, как в короткозамкнутой вторичной трансформаторной обмотке. Этот ток нагревает газ, количество ионизированных атомов растет, одновременно увеличивается сила тока и повышается температура плазмы. А значит, количество водородных ядер, слившихся в ядро гелия и выделивших энергию, становится все больше.

Основной нагрев плазмы происходит за счет джоулева тепловыделения, при этом электроны нагреваются сильнее, чем ионы. Передача энергии от электронов

к ионам происходит медленно, что затрудняет достижение высоких температур. Для этого используются дополнительные источники нагрева. Теплоизоляция и удержание плазменного шнура в токамаках обеспечиваются магнитными полями, которые сжимают шнур и отрывают его от стенок камеры. Однако плазменный шнур неустойчив и быстро распадается из-за турбулентных пульсаций. Для повышения устойчивости плазмы необходимо уменьшить кольцевой ток и использовать мощные гиротроны для дополнительного нагрева.

### Стелларатор

Здесь, как и в ТОКАМАКе, плазма подвешена в магнитном поле, но тока в ней нет. Греют плазму мощным радиоизлучением, а держат ее магнитные поля, созданные внешними катушками. В стеллараторе на замкнутое то-

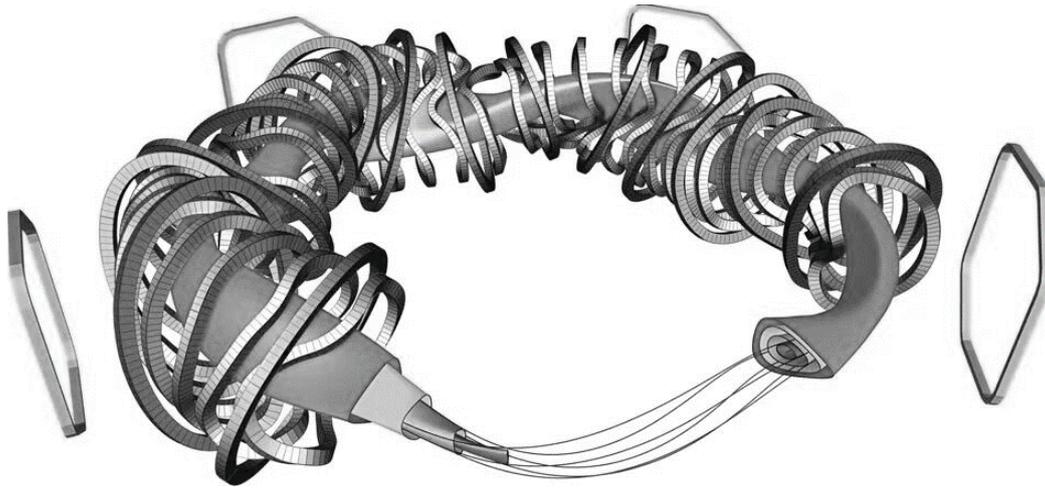


Рис. 2. Стелларатор

роидальное магнитное поле налагается поле, создаваемое специальной винтовой обмоткой, навитой на корпус камеры. Схема стелларатора изображена на рисунке 2.

Суммарное магнитное поле предотвращает дрейф плазмы в направлении от центра и подавляет отдельные виды магнитогидродинамических нестабильностей. Стелларатор (stellar — звёздный), замкнутая магнитная ловушка для удержания высокотемпературной плазмы. Главным преимуществом стелларатора является то, что примененный в нем способ удержания не связан с наличием тока в плазме, и потому он может работать в стационарном режиме. Кроме того, винтовая обмотка может оказывать «диверторное» действие, т. е. очищать плазму от примесей и удалять продукты реакции.

### Плазменный фокус

Плазменный фокус — нестационарный сгусток плотной высокотемпературной дейтериевой плазмы, являющийся локализованным источником нейтронов и жестких излу-

чений; так же называют и электроразрядную установку, в которой получается эта плазма. Плазменный фокус относится к разряду пинчей; образуется в области кумуляции токовой оболочки на оси газоразрядной камеры, вследствие чего, в отличие от z-пинча, приобретает нецилиндрическую (обычно воронкообразную) форму. Благодаря этому удаётся резко повысить плотность энергии в плазме (эффект фокусировки) и стимулировать ряд процессов, приводящих к генерации мощных импульсов жестких излучений. В вакуумной камере между двумя электродами создается мощный импульс тока, который быстро нагревает плазму и дает всплеск ядерного синтеза. Плазма связана с магнитным полем, но синтез идет в импульсах микросекундной длительности.

### Галатей

Галатей — магнитные ловушки, в которых магнитное поле создается не только внешними (по отношению к плазме) катушками, а и погруженными в плазму провод-

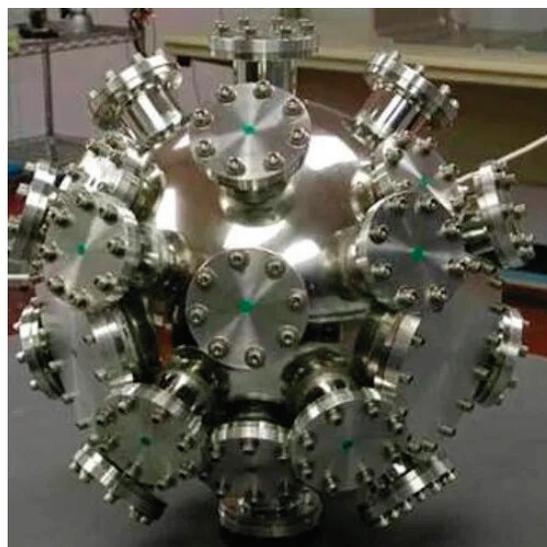


Рис. 3. Галатей

никами с током. Преимущество: отсутствие неустойчивостей, связанных с диамагнетизмом плазмы. В таких “магнитных баллонах” плазма располагается в области очень малого магнитного поля, что позволяет использовать их в малорадиоактивном термоядерном реакторе на дейтерий-гелиевом топливе.

Традиционные магнитные ловушки имеют одно общее свойство: плазма и магнитное поле в них «перемешаны». Это приводит к нескольким неприятным явлениям, одно

из которых — неустойчивость плазменного шнура. Заряженные частицы плазмы движутся в поле по спиралям, образуя круговые токи. Собственные магнитные поля токов направлены противоположно полям внешним, и при их взаимодействии возникает сила, выталкивающая плазму из поля. В устройствах, называемых галатееми, магнитное поле образует своего рода «корку», или «забор», который отбрасывает вылетающую частицу внутрь плазменного шнура. Такая магнитная ловушка изображена на рисунке 3.

#### Литература:

1. Арцимович, Л. А. Управляемые термоядерные реакции / Л. А. Арцимович. — М.: Физматгиз, 1963. — 467 с.
2. Корякин, С. В. Открытые ловушки для удержания термоядерной плазмы / С. В. Корякин // Природа. — 2010. — № 6. — С. 13–20.
3. Михайловский, А. Б. Неустойчивости плазмы в магнитных ловушках / А. Б. Михайловский. — М.: Атомиздат, 1970. — 208 с.
4. Морозов, А. И. Физика замкнутых плазменных конфигураций / А. И. Морозов, Л. С. Соловьев // Вопросы теории плазмы / под ред. М. А. Леонтовича. — М.: Госатомиздат, 1963. — Вып. 2. — С. 177–258.
5. Чен, Ф. Введение в физику плазмы / Ф. Чен; пер. с англ. — Москва: Мир, 1987. — 312 с.
6. Grieger, G. Физические исследования для стелларатора Вендельштейн 7-X / G. Grieger, H. Maassberg, W. Lotz // Ядерный синтез. — 1992. — Т. 32, № 8. — С. 1351–1364
7. Уэссон, Дж. Токамаки / Дж. Уэссон. — 4-е изд. — Оксфорд: Clarendon Press, 2011. — 792 с.

## Навигация по автономным спутниковым навигационным системам в окрестностях Луны и дальнем космосе

Осауленко Лия Константиновна, студент;

Балакин Михаил Андреевич, студент;

Петров Никита Вячеславович, студент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

*В статье описываются анализ возможностей автономных систем навигации в дальнем космосе, в частности в окрестностях Луны. Особое внимание уделяется SSV-зоне и практическому применению данных навигационных систем в современных миссиях.*

**Ключевые слова:** АСН, спутниковая навигация, космический аппарат, ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou, высокочувствительный сигнал, Луна, искусственный интеллект.

### Введение

Освоение дальнего космоса и лунного пространства становится одним из приоритетных направлений развития современной космонавтики. Для эффективного управления автоматическими и пилотируемыми космическими аппаратами (КА) за пределами низкой околоземной орбиты (НОО) необходимы высокоточные системы навигации, обеспечивающие определение координат и параметров движения в условиях ограниченного доступа к наземной инфраструктуре. В этой связи особое значение приобретает использование автономных спутниковых навигационных систем (АСН) и концепции Signal-in-Space

Visibility (SSV) — зоны, в которой сигналы навигационных спутников доступны для приёма в космосе.

На околоземных орбитах основными источниками навигационных данных являются системы ГЛОНАСС, GPS, Galileo и BeiDou. Однако по мере удаления от Земли, особенно при полётах к Луне, на лунной орбите и за её пределами, качество и устойчивость сигналов резко снижаются. Несмотря на это, исследования последних лет показали, что навигационные сигналы можно использовать и за пределами номинальных зон покрытия. Это стало возможным благодаря приёму боковых лепестков антенн спутников, а также благодаря накоплению опыта эксплуатации КА в высоких орбитах.

### Постановка цели и задач

Цель данной работы заключается в анализе возможностей использования АСН в дальнем космосе, в частности, в окрестностях Луны. Особое внимание уделяется SSV-зоне и практическому применению данных навигационных систем в современных миссиях. Для этого были поставлены следующие задачи:

- изучить информацию об автономных спутниковых навигациях;
- проанализировать стратегии и решения для преодоления основных проблем навигации в дальнем космосе;
- описать примеры и миссии использования автономной спутниковой навигации.

### Основная часть

В традиционных условиях спутниковой навигации (на орбитах до 20 000 км) приём сигналов осуществляется в пределах основного лепестка диаграммы направленности антенны навигационного спутника. Однако при выходе за пределы геостационарной орбиты (около 35 786 км) и особенно вблизи Луны, основной сигнал становится недоступен. В таких условиях возможно использование Signal-in-Space Visibility (SSV) — зоны, в которой навигационные сигналы могут быть приняты в боковых или задних лепестках диаграммы направленности антенны спутника.

SSV *Signal-in-Space Visibility* (SSV) — это концепция, разработанная для оценки качества навигационных сигналов, доступных вне основной зоны покрытия спутниковых систем. Она включает в себя три уровня:

- Глобальная SSV — приём сигналов на расстояниях до 36 000 км от Земли.
- Региональная SSV — использование сигналов в определённых зонах, например, на лунной орбите.
- Локальная SSV — приём в пределах одной конкретной миссии (например, около Марса или Луны).

Среди основных проблем навигации в дальнем космосе можно выделить:

- Слабый уровень сигнала (до -170 dBW), что требует сверхчувствительных приёмников и длительной интеграции сигнала.
- Ограниченное количество видимых спутников — в ряде случаев аппарат может принимать сигналы от 1–2 спутников, чего недостаточно для полного решения навигационной задачи.
- Большие ошибки эфемерид при использовании классических наземных моделей для спутников на расстояниях > 50 000 км.
- Асимметрия геометрии спутников, ведущая к ухудшению точности позиционирования.

Для преодоления вышеуказанных трудностей применяются следующие подходы:

- Использование бортовых высокочувствительных GNSS-приёмников с длительной корреляцией (до 100 мс и более).

- Построение априорной модели движения аппарата, которая уточняется по ограниченному количеству сигналов.

- Применение алгоритмов фильтрации (например, Калмана) для оценки состояния КА в условиях ограниченной информации.

- Использование альтернативных источников навигации: радиоинтерферометрия, визуальная одометрия, лазерная альтиметрия.

Практические примеры использования GNSS и навигации в SSV: от MMS до миссий Artemis

Современные космические миссии успешно демонстрируют возможность применения спутниковых навигационных систем вне классической околоземной орбиты, используя концепцию Signal-in-Space Visibility.

- Миссия Magnetospheric Multiscale (MMS)

NASA запустило четыре космических аппарата MMS в 2015 году для изучения магнитосферы Земли. Эти аппараты находятся на высокоэллиптических орбитах, достигающих расстояний до 70 000 км от Земли. Несмотря на то, что это далеко за пределами геостационарной орбиты, аппаратам удалось использовать GPS-сигналы, принимаемые в боковых лепестках антенн навигационных спутников. Это позволило улучшить навигационную точность и обеспечить синхронизацию бортовых систем [1].

- Миссии THEMIS и GOES

Ранее, в 2007–2010 годах, миссии THEMIS (Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms) и геостационарные спутники GOES также показали успешный приём GPS-сигналов на расстояниях свыше 30 000 км, что подтвердило работоспособность идеи SSV и дало толчок к разработке специализированных приёмников [2].

- Проект LuGRE и программа Artemis

В рамках программы Artemis NASA и партнеры разрабатывают лунную навигационную инфраструктуру, где особое внимание уделяется проекту Lunar GNSS Receiver Experiment (LuGRE) — модулю, который установлен на лунном посадочном аппарате и способен принимать сигналы GPS и Galileo на лунной поверхности и в орбите Луны. Этот проект демонстрирует перспективу расширения спутниковой навигации в дальний космос, обеспечивая локальную автономию космических аппаратов [3].

Параллельно развивается концепция LunaNet — распределённой системы связи и навигации, основанной на множестве малых спутников вокруг Луны, которые будут передавать сигналы, создавая расширенную навигационную сеть. LunaNet призвана стать аналогом земных GNSS для лунного пространства и дальнего космоса, обеспечивая постоянное покрытие и высокую точность [4].

### Технические особенности и оборудование для навигации в SSV

Навигация в дальнем космосе и в зоне SSV предъявляет особые требования к аппаратуре и методам обра-

ботки сигналов. Рассмотрим ключевые технические аспекты и решения:

– Для приёма слабых навигационных сигналов на больших расстояниях применяются специализированные GNSS-приёмники с улучшенной чувствительностью — до  $-190$  dBW и ниже. Они способны работать с длительной интеграцией сигнала (до сотен миллисекунд) и обрабатывать слабые боковые лепестки сигнала. Примером такого оборудования является приёмник Boeing Navigator и российский Аргус-ГНСС [5].

– Использование многочастотных сигналов (L1, L2, L5 для GPS, Galileo E1, E5) позволяет уменьшить влияние ионосферных и иных помех, повышая точность позиционирования. Дополнительно применяются алгоритмы коррекции ошибок и фильтры Калмана для повышения стабильности результатов.

– В условиях ограниченного количества видимых спутников активно используются модели движения аппарата и прогнозные алгоритмы. Это включает в себя интеграцию данных инерциальных навигационных систем (ИНС) с GNSS-данными для компенсации пропадания сигналов. Фильтр Калмана и его расширенные модификации являются стандартом для оценки состояния КА [6].

Перспективы развития навигации в окрестностях Луны и дальнем космосе

Развитие автономных навигационных систем для миссий в дальнем космосе является приоритетным направлением современных космических программ. В ближайшие десятилетия планируется создание комплексных лунных навигационных сетей, способных обеспечивать стабильное и высокоточное позиционирование.

– Развитие лунных GNSS

Проекты, такие как LunaNet, предусматривают создание малоспутниковых группировок вокруг Луны, которые будут генерировать навигационные сигналы, по-

добно земным GNSS. Это обеспечит навигацию для лунных баз, посадочных аппаратов и орбитальных станций. Подобные сети позволят не только повысить точность, но и обеспечить резервирование и надёжность систем.

– Межпланетные системы навигации

В долгосрочной перспективе рассматриваются навигационные системы для межпланетных перелётов, основанные на комбинации сигналов GNSS, лазерных маяков и космических маяков с искусственным интеллектом для автономного определения положения КА [7].

– Интеграция с искусственным интеллектом и машинным обучением

Искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения обещают существенно повысить эффективность обработки навигационных данных в сложных условиях, прогнозировать поведение аппаратуры и адаптироваться к меняющейся обстановке в космосе.

## Заключение

Навигация по АСН в окрестностях Луны и дальнем космосе является важным и активно развивающимся направлением космической науки и техники. Использование концепции Signal-in-Space Visibility позволило значительно расширить возможности спутниковой навигации за пределами традиционных орбит. Современные миссии, такие как MMS и проекты в рамках программы Artemis, демонстрируют практическую реализацию этих идей и наработки в области технического обеспечения.

Будущее за развитием специализированных навигационных сетей для лунного и межпланетного пространства, а также интеграцией с новыми технологиями обработки данных, что обеспечит надёжность, автономность и высокую точность навигации в космосе.

## Литература:

1. Данные миссии NASA MMS показали, как частицы в магнитосфере разгоняются до  $16\,000$  км/с // iXBT.com. — 2025. — URL: <https://www.ixbt.com/news/2025/04/09/nasa-mms-16-000.html>
2. Самый далекий GPS-сигнал: миссия NASA по изучению магнитного поля попала в Книгу рекордов // TechInsider. — 2021. — URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/286142-samyu-dalekiy-gps-signal-missiya-nasa-po-izucheniyu-magnitnogo-polya-popala-v-knigu-rekordov/>
3. Михайлов Н. В. Автономная навигация космических аппаратов с использованием спутниковых радионавигационных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 2018. — 23 с.
4. Особенности конструкции высокочувствительных GNSS-приёмников // Блог компании NGEOS. — 2021.
5. Жодзишский М. И., Курынин Р. В., Серкин Ф. Б. Чувствительность приёмников ГНСС // Научный вестник МГТУ ГА. — 2017. — № 224. — С. 78–83.
6. Автономные методы навигации космических аппаратов в межпланетном пространстве // Истина МГУ. — URL: <https://istina.msu.ru/projects/5663461/>

## High-performance treatment of obstetric clinic wastewater using modified eco-bio-block in a compact anoxic–aerobic reactor (IET-BF500)

Hoang Luong, doctor of science, researcher;  
Tran Manh Hai, candidate of technical sciences, head of laboratory;  
Nguyen Trieu Duong, master's degree, researcher;  
Doan Quang Ha, master's degree, researcher;  
Nguyen Tan Thanh, bachelor's degree, researcher  
Vietnamese Academy of Science and Technology (Hanoi, Vietnam)

Ngo The Thanh, master's degree, researcher  
Hanoi Power Corporation (Vietnam)

*This study investigates the removal performance of chemical oxygen demand (COD) and ammonium in obstetric clinic wastewater—a high-strength medical effluent rich in organic matter, nitrogen, and pathogenic microorganisms—using a modified Eco-Bio-Block (EBB). The modified EBB was fabricated from environmentally friendly components including activated carbon, keramzit (expanded clay aggregate), and zeolite, providing a porous structure with high surface area to enable simultaneous filtration, adsorption, and biofilm support. The EBB was installed in a compact IET-BF500 treatment system (0.5 m<sup>3</sup>/day capacity) configured with two compartments: an anoxic tank (150 L, containing 75 L of EBB) and an aerobic tank (200 L, containing 100 L of EBB). The system was operated continuously for 60 days, treating wastewater collected from an obstetric clinic in Hanoi with influent COD concentrations of 220–340 mg/L and ammonium concentrations of 23–32 mg/L. Results demonstrated that, under optimized hydraulic retention times, the system achieved COD removal efficiencies of 85–95 % and ammonium removal efficiencies of 81–89 %, meeting or approaching the Vietnamese discharge standard QCVN 28:2010/BTNMT. Owing to its simplicity, low cost, and ability to maintain stable microbial populations, the modified EBB combined with an anoxic–aerobic configuration shows high potential for application in small-scale healthcare facilities and decentralized treatment systems, with the possibility of integrating advanced polishing technologies to address residual pharmaceuticals and antibiotic-resistant bacteria in medical wastewater.*

**Keywords:** Modified Eco-Bio-Block, Obstetric clinic wastewater, Anoxic–aerobic process, COD removal, Ammonium removal, Decentralized wastewater treatment, Biofilm carrier.

### Introduction

According to the 2019 Vietnam Population and Housing Census, the country's total fertility rate was 2.09 children per woman, approaching the replacement fertility level. The census also reported that more than 1.2 million women of reproductive age accounted for 1.3 % of the total population and 5.0 % of all women in the same age group [1].

Compared with other types of healthcare wastewater, obstetric clinic effluents are characterized by both high pollutant loads and elevated concentrations of contaminants. These effluents contain a wide range of complex and hazardous substances, including pharmaceutically active compounds (PhACs) and their residues, endocrine-disrupting chemicals, hormones, heavy metals, disinfectants, dyes, cytotoxic agents, and radioactive isotopes [2]. Key physicochemical parameters such as biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), total solids (TS), total organic carbon (TOC), total nitrogen (T-N), nitrite, nitrate, and total phosphorus (T-P) are often recorded at high levels [3].

Obstetric clinic wastewater mainly originates from gynecological examination and treatment activities, including blood, pus, postpartum fluids, and medical instrument washing water. This wastewater contains diverse pathogenic microorganisms—bacteria, viruses, protozoa, fungi—as well as antibiotic-resistant bacteria (ARB), with common strains such as *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Enterobacter sakazakii*,

*Mycobacteria*, and *Pseudomonas aeruginosa* [4]. These pathogens have been associated with serious outbreaks of diseases such as cholera, hepatitis, typhoid fever, dysentery, and diarrhea [5].

Selecting appropriate treatment technologies for medical wastewater, and particularly for obstetric clinic effluents, is an urgent issue—especially in the context of the rapid increase in the number of private clinics.

Eco-Bio-Block (EBB) is a versatile material in environmental treatment, originally developed in Japan and widely applied in Japan, the United States, Malaysia, and other countries. Its treatment principle relies on the activity of microorganisms immobilized within a porous honeycomb-like structure, providing a large specific surface area for biofilm development and enabling continuous removal of pollutants. Numerous international studies have demonstrated the efficiency of EBB in removing organic matter and nitrogen from wastewater [6].

The Institute of Science and Technology for Energy and Environment (Vietnam Academy of Science and Technology) has developed a modified EBB with combined filtration, adsorption, and biofilm carrier functions. The novelty of this material lies in the optimized blend of additives (activated carbon, keramzit, zeolite, etc.) with precisely controlled proportions, producing a lightweight, highly porous material with strong compressive strength and durability suitable for Vietnam's climatic conditions [7].

At present, biofilm carriers widely used in wastewater treatment systems in Vietnam are typically manufactured from

Table 1. Mixing ratios of materials for producing the modified EBB

Porosity (%)	Material composition				
	Sand content (%)	Keramzit content (%)	Cement content (%)	Activated carbon content (%)	Zeolite content (%)
64	14	36	14	14	22

Table 2. Technical specifications of the modified EBB

Parameter	Unit	Specification
Shape	-	Cylindrical, hexagonal
Dimensions	mm	80 × 40 × 60
Compressive strength	N/cm <sup>3</sup>	2,3
Specific surface area	m <sup>2</sup> /gr	≥ 200
Bulk density	g/cm <sup>3</sup>	0,3
Porosity	%	≥ 40
Microbial density	CFU/gr	10 <sup>5</sup> -10 <sup>7</sup>

recycled plastics, such as corrugated media, spherical media, and fiber media. These products require complex processing and manufacturing steps, which generate exhaust gases and wastewater, causing negative environmental impacts.

In contrast, the modified Eco-Bio-Block (EBB) is an environmentally friendly fixed biofilm carrier capable of rapidly removing organic matter and nutrients from water, while inhibiting most harmful bacteria and significantly reducing odors [8]. Its most notable advantage is the ability to accelerate system start-up through the combined adsorption, absorption, and filtration mechanisms of activated carbon, keramzit, and zeolite. Moreover, the EBB’s porous and relatively uniform structure allows for the long-term retention of microbial populations. With this approach, integrating the modified EBB into the IET-BF500 system for the treatment of medical wastewater in general—and obstetric clinic wastewater in particular—is essential, offering an effective option in the selection of innovative technologies in the energy and environmental sectors.

**Materials and Methods**

*Materials*

In this study, wastewater samples were collected from an obstetric specialty clinic in Hanoi. The characteristics of the wastewater are summarized in Table 3.

The modified Eco-Bio-Block (EBB) used in this study had a porosity of 64 %, a compressive strength of 2.3 N/cm<sup>2</sup>,

and a specific surface area of 200–210 m<sup>2</sup>/g. In addition, the microbial preparation Sagi-Bio2, produced by the Institute of Science and Technology for Energy and Environment, was selected to enhance biological treatment performance. This preparation contains beneficial microbial strains of *Bacillus*, *Lactobacillus*, and *Saccharomycete*, with a viable cell density exceeding 10<sup>8</sup> CFU/mg [9]. The detailed experimental setup and procedure are illustrated in Figure 1.

Wastewater is first directed into the collection tank (1), where preliminary sedimentation occurs. It is then pumped into the anoxic tank (3) via the dosing pump (2). In this compartment, facultative microorganisms attached to the modified EBB media degrade a portion of the pollutants present in the wastewater. Under low-oxygen conditions, anaerobic and anoxic microorganisms are highly active, facilitating the rapid denitrification of nitrate into free nitrogen gas. In the aerobic tank (4), continuous aeration promotes the activity of aerobic microorganisms, which intensively degrade organic compounds into simpler inorganic substances such as CO<sub>2</sub> and water, while further removing residual organic matter, nitrogen, and phosphorus from the wastewater.

*Methods*

**Material preparation:**

A total of 175 liters of raw modified Eco-Bio-Block (EBB) media was rinsed with clean water for 1 hour to remove adhering dust and impurities. The media was then drained

Table 3. Characteristics of wastewater from the obstetric specialty clinic — Hanoi

Parameter	Unit	Concentration
COD	mg/L	350 ÷ 400
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	40 ÷ 50
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	13 ÷ 15
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	6 ÷ 8
BOD <sub>5</sub>	mg/L	125 ÷ 170
SS	mg/L	267 ÷ 302

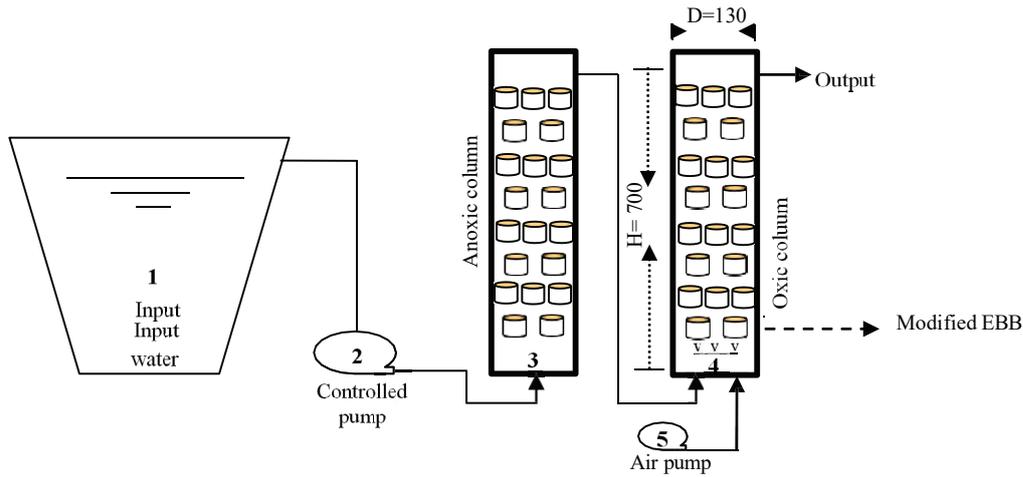


Fig. 1. Schematic diagram of the IET-BF500 obstetric clinic wastewater treatment system

and soaked in a 5 % glucose solution for 2 hours to provide a nutrient-rich environment for microbial attachment, thereby accelerating the start-up of the IET-BF500 treatment system.

**System start-up:**

The modified EBB was loaded into the anoxic compartment (75 L) and the aerobic compartment (100 L). Wastewater was recirculated with influent COD and ammonium concentrations ranging from 167–230 mg/L and 30–40 mg/L, respectively. After 48 hours of start-up, the system was operated sequentially at three flow rates: 30 L/h, 25 L/h, and 20 L/h, with each condition maintained for 20 days.

**Sampling and analysis:**

Effluent samples were collected daily for COD and ammonium analysis. Ammonium was measured using the sodium nitroprusside method at a wavelength of 655 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Model UV-2450, Shimadzu, Japan). COD was determined using the dichromate method, with  $K_2Cr_2O_7$  as the oxidizing agent [10].

**Results and Discussion**

*COD Removal Performance*

The COD removal performance of the IET-BF500 system is presented in Figure 2. Results show a clear improvement in treatment efficiency with increased hydraulic retention time (HRT) and decreased influent flow rate.

In Stage 1 (30 L/h, HRT = 5 hours), influent COD concentrations ranged from 220 to 340 mg/L, with average effluent concentrations of  $120 \pm 25$  mg/L, corresponding to a removal efficiency of  $57 \pm 8$  %. The relatively low performance at this stage is likely due to insufficient contact time between the wastewater and the biofilm on the EBB media, limiting both microbial degradation and physical-chemical adsorption.

In Stage 2 (25 L/h, HRT = 7 hours), COD removal efficiency increased to  $74 \pm 5$  %, with influent concentrations

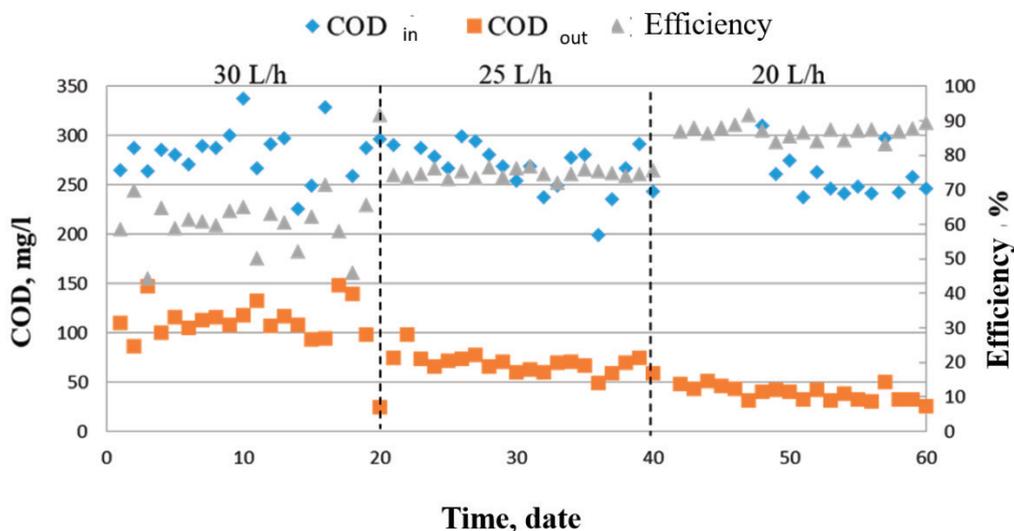


Fig. 2. COD removal efficiency in the IET-BF500 system

of 215–310 mg/L and effluent concentrations of  $70 \pm 15$  mg/L. This improvement is attributed to extended retention time, which allowed for more complete microbial degradation and adsorption processes.

Stage 3 (20 L/h, HRT = 8.8 hours) achieved the highest COD removal efficiency of  $90 \pm 3$  %, with average effluent COD concentrations reduced to  $35 \pm 10$  mg/L. This level of treatment meets the QCVN 28:2010/BTNMT, column A standard for COD in medical wastewater.

The ammonium removal performance in this study is comparable to results reported in other biofilm-based treatment systems. For instance, [11] found that longer retention times significantly enhanced ammonium removal in Vietnamese hospital effluents. Moreover, [12] reported that optimized biofilm-mediated reactors could sustain ammonium removal above 85–90 % in nitrogen-rich wastewater streams, supporting our findings of Stage 3 performance.

Moreover, [13] emphasized that hospital effluents often contain pharmaceutical residues—including antibiotics—that are inadequately removed by conventional treatment systems. Their study revealed significant environmental dissemination of such compounds into receiving waters, underscoring the need for advanced technologies like biofilm-based systems for comprehensive organic contaminant removal. This supports the relevance of our results, highlighting that the IET-BF500 system not only reduces COD effectively but also could help mitigate emerging micropollutants present in medical wastewater.

Overall, the COD removal trends observed in this study align with global research, confirming that extended HRT and adequate biofilm support media volume are critical for achieving high organic matter removal efficiency in healthcare wastewater treatment.

### Ammonium Removal Performance

The ammonium removal efficiency of the IET-BF500 system is shown in Figure 3. The results demonstrate a progressive improvement in performance as the hydraulic retention time (HRT) increased and the influent flow rate decreased.

In Stage 1 (30 L/h, HRT = 5 h), influent ammonium concentrations ranged from 23 to 32 mg/L, with effluent concentrations of 9–13 mg/L, corresponding to an average removal efficiency of  $60 \pm 5$  %. The relatively low performance at this stage can be attributed to insufficient contact time and limited nitrification activity under short HRT conditions.

In Stage 2 (25 L/h, HRT = 6 h), influent ammonium ranged from 24 to 34 mg/L, while effluent concentrations decreased to 5–10 mg/L, achieving an average removal efficiency of  $72 \pm 4$  %. This result meets the Vietnamese standard QCVN 28:2010/BTNMT, column B for ammonium in medical wastewater.

In Stage 3 (20 L/h, HRT = 7.5 h), influent ammonium averaged 55 mg/L, while effluent concentrations averaged  $5 \pm 1$  mg/L, corresponding to a removal efficiency exceeding 85 %. This nearly met the more stringent QCVN 28:2010/BTNMT, column A standard. The significant improvement in Stage 3 highlights the importance of extended HRT for supporting nitrifying bacterial activity and maximizing ammonium oxidation.

The ammonium removal performance in this study is comparable to results reported in other biofilm-based treatment systems. For example, [11] reported removal efficiencies of 80–88 % for hospital wastewater using moving bed biofilm reactors (MBBRs) at HRTs above 7 h. Additionally, a recent study by [14] (2024) on Vietnamese hospital wastewater treatment highlighted the importance of system configurations that meet local regulatory standards.

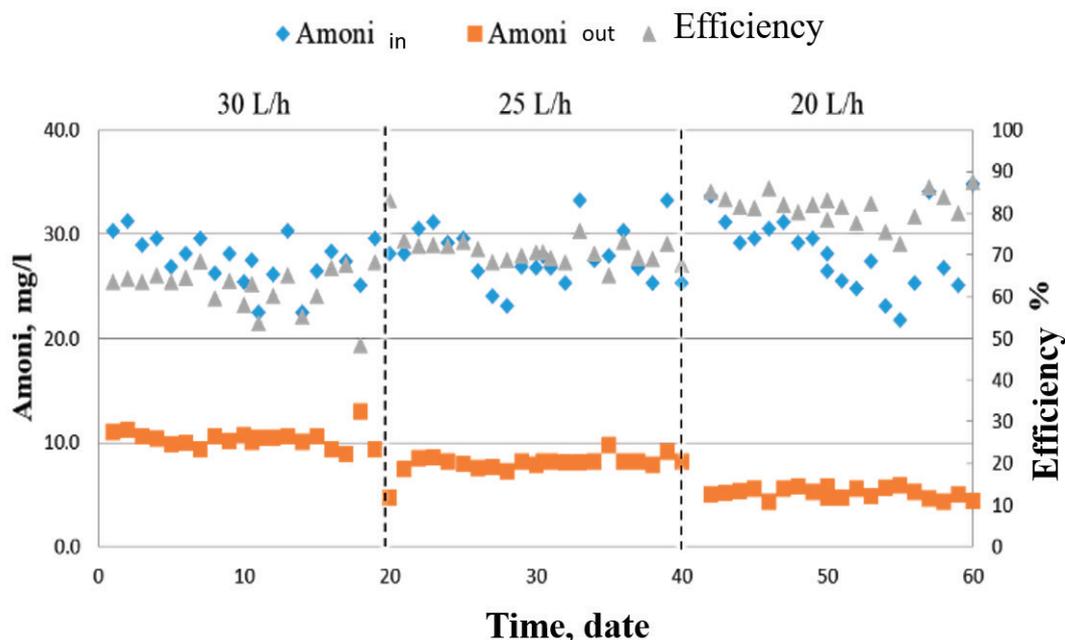


Fig. 3. Ammonium removal efficiency in the IET-BF500 system

Their results showed that systems designed with retention times of 7÷9 hours and optimized aeration can achieve both organic and nitrogen removal effectively. This reinforces our findings in Stage 3 (HRT ≈ 7.5 hours) where the IET-BF500 nearly meets stringent discharge limits, confirming its suitability for decentralized treatment applications in Vietnam.

Together, these findings demonstrate that the IET-BF500 system with improved EBB media not only delivers comparable efficiencies to international technologies but also holds strong potential for real-world application in Vietnamese healthcare settings.

### Conclusion

This study evaluated the performance of the IET-BF500 system incorporating improved Eco-Bio-Block (EBB) media for the treatment of obstetric clinic wastewater. With the EBB media occupying 50 % of the reactor volume, the system achieved COD removal efficiencies of 85–95 % and ammonium removal efficiencies exceeding 85 % under optimized operational conditions. The findings demonstrate that the integration of improved EBB media provides several advantages, including rapid system start-up, stable long-term operation, low maintenance requirements, and environmental friendliness.

### References:

1. General Statistics Office. Current situation and factors affecting fertility rates in Vietnam / General Statistics Office. — Hanoi: Ministry of Planning and Investment of Vietnam, 2021. — 117 с. — Текст: непосредственный.
2. M. T. Khan, I. A. Shah, I. Ihsanullah, M. Naushad, S. Ali, S. H. A. Shah, A. W. Mohammad. Hospital wastewater as a source of environmental contamination: An overview of management practices, environmental risks, and treatment processes, *Journal of Water Process Engineering*, Volume 41, 2021, 101990, ISSN 2214–7144, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.101990>.
3. A. Majumder, A. K. Gupta, P. S. Ghosal, M. Varma. A review on hospital wastewater treatment: A special emphasis on occurrence and removal of pharmaceutically active compounds, resistant microorganisms, and SARS-CoV-2. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 9, Issue 2, 2021. 104812. ISSN 2213–3437. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104812>.
4. V.K. Parida, D. Sikarwar, A. Majumder, A. K. Gupta. An assessment of hospital wastewater and biomedical waste generation, existing legislations, risk assessment, treatment processes, and scenario during COVID-19. *Journal of Environmental Management*, Volume 308, 2022, 114609, ISSN 0301–4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114609>.
5. S. Wu, J. Zhong, Q. Lei, H. Song, S.-F. Chen, A. Q. Wahla, K. Bhatt, Sh. Chen. New roles for *Bacillus thuringiensis* in the removal of environmental pollutants, *Environmental Research*, Volume 236, Part 1, 2023, 116699, ISSN 0013–9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116699>.
6. Mohd BR, Shahabuddin M, Mohd IMM (2008), Water quality improvement of Sungai Kenawar Segamat (prototype test site) using eco bio block, *Proceeding 1st National Seminar on Environment, Development and Sustainability*, Malaysia.
7. Hoang Luong, et., (2014), Research on and manufacture modified Eco — Bio — Block (EBB) for treatment of COD and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in domestic wastewater in Vietnam, *Journal of Science and Technology*, 52(3A), 111–117.
8. Hoang Luong, et., Removal of COD and Ammonim from landfill leachate by a modified eco-bio-block material in anoxic-oxic system, *Journal of Science and Technology*, 54 (2A), 1–5.
9. Tang Thi Chinh, Dang Dinh Kim, Phan Thi Tuyet Minh, Le Thanh Xuan (2008), “Production research and applications some preparations of microorganisms to treat organic waste”, *Journal of Science — Hanoi National University — Natural Science and Technology* 22 (3B), 38–44.
10. APHA (1995), “Standard Methods for Examination of water and wastewater”, 19th American Public Health Association, Washington DC.

The system’s modular design allows for easy installation and scalability, making it well-suited for decentralized treatment of high-strength healthcare wastewater, particularly from obstetric clinics. However, to address residual pharmaceuticals and pathogenic microorganisms commonly present in medical effluents, future configurations of the IET-BF500 should integrate advanced post-treatment processes such as ozonation, coagulation–sedimentation, or photocatalysis.

Overall, the results confirm that the improved EBB media-based IET-BF500 system is a practical, cost-effective, and sustainable solution for the simultaneous removal of organic matter and nitrogen from medical wastewater in Vietnam and potentially in similar contexts worldwide.

### Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the financial support provided by the Vietnam Academy of Science and Technology (VAST) under project code **UD.SXTN.02/24–25**. The authors also wish to express their sincere thanks to the staff of the Institute of Energy and Environmental Technology for their invaluable technical assistance and to the obstetric clinic in Hanoi for providing access to wastewater samples. The constructive comments from colleagues and reviewers are also deeply appreciated, as they have significantly improved the quality of this work.

11. Antibiotics in Wastewater of a Rural and an Urban Hospital before and after Wastewater Treatment, and the Relationship with Antibiotic Use—A One Year Study from Vietnam / Lien, T. Q. La, Q. H. Nguyen [и др.]. — Текст: непосредственный // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2016. — № 13 (6). 588.
12. Xin Wei, Baoan Li, Song Zhao, Chengcheng Qiang, Hongyu Zhang, Shichang Wang. COD and nitrogen removal in facilitated transfer membrane-aerated biofilm reactor (FT-MABR). Journal of Membrane Science. Volume 389. 2012. Pages 257–264. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.10.038>.
13. Ekwanzala, M. D., et al. (2020). Environmental dissemination of selected antibiotics from hospital wastewater to the aquatic environment. Antibiotics, 9(7), 431. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9070431>
14. Trung, D. M., et al. (2024). Suitability of hospital wastewater treatment systems to meet Vietnamese regulatory standards. TDMU Journal of Environmental Engineering. DOI: 10.37550/tdmu.EJS/2024.03.582

## Анализ влияния асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на аварийность промышленного оборудования на месторождениях Оренбургской области

Шестов Михаил Васильевич, студент  
Уфимский государственный нефтяной технический университет

*В статье рассматривается одна из ключевых проблем эксплуатации нефтяных месторождений, осложненных высоким содержанием парафинов, — повышение аварийности промышленного оборудования. На основе системного подхода проанализирована взаимосвязь между образованием асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) и отказами глубинно-насосного оборудования. Методология исследования включает анализ картографических материалов, обобщение данных из открытых научных источников и статистическое моделирование. В качестве объекта исследования выбрано Ашировское месторождение Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Установлено, что первопричиной аварийности является не сам факт образования АСПО, а несоответствие между интенсивностью их накопления и эффективностью применяемых геолого-технических мероприятий (ГТМ). Проведен корреляционный анализ, доказывающий прямую зависимость между показателем стабильности дебита скважины и наработкой на отказ оборудования. Результаты показывают, что переход к про-активным комбинированным стратегиям борьбы с АСПО способен увеличить межремонтный период работы оборудования более чем в 4 раза, что подтверждает управляемый характер исследуемой проблемы.*

**Ключевые слова:** асфальто-смоло-парафиновые отложения, АСПО, добыча нефти, аварийность, глубинно-насосное оборудование, геолого-технические мероприятия, наработка на отказ, Оренбургская область, Волго-Уральская нефтегазоносная провинция.

### Введение

Нефтегазовая отрасль является системообразующей для топливно-энергетического комплекса Российской Федерации и ключевым элементом экономики Оренбургской области. Обеспечение стабильности и рентабельности добычи углеводородов сопряжено с необходимостью нейтрализации ряда осложняющих факторов, среди которых критическое место занимает образование асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) в системе «пласт-скважина» [14]. Данная проблема, приводящая к существенным технологическим и экономическим издержкам, определяет высокую актуальность исследований, направленных на повышение эффективности эксплуатации месторождений со сложными условиями добычи.

Формирование АСПО является объективным физико-химическим процессом, обусловленным нарушением термобарического и фазового равновесия в многокомпонентной флюидной системе при ее движении от забоя

скважины к устью. Однако аварийность промышленного оборудования не может рассматриваться как прямое и неизбежное следствие самого факта образования отложений. В современной практике нефтедобычи АСПО представляют собой управляемый производственный риск, для минимизации которого разработан и внедрен комплекс геолого-технических мероприятий (ГТМ). Данный комплекс включает как превентивные методы (применение химических реагентов-ингибиторов), так и технологии удаления уже сформировавшихся отложений (механические, тепловые и химические депарафинизации).

Следовательно, первопричина нештатных ситуаций, включая отказы и аварии глубинно-насосного оборудования (ГНО), заключается не в наличии АСПО как таковых, а в возможном несоответствии между интенсивностью их накопления и эффективностью, либо регламентом применения, превентивных и восстановительных-технологий. Аварийность в данном контексте выступает индикатором дисбаланса в системе, когда применяемые

стратегии борьбы с отложениями не в полной мере компенсируют негативное воздействие конкретных геолого-физических условий. Анализ причинно-следственных связей между статистикой аварий и применяемыми методами борьбы с АСПО является ключевой задачей для оптимизации технологических процессов и повышения эксплуатационной надежности оборудования.

Цель работы: комплексная оценка эффективности применяемых систем борьбы с асфальто-смоло-парафиновыми отложениями на основе статистического анализа производственных данных и показателей аварийности оборудования на месторождениях Оренбургской области, характеризующихся высокой интенсивностью образования АСПО.

Задачи исследования:

1) Выполнить анализ физико-химических свойств пластовых флюидов и термобарических условий эксплуатации скважин на месторождениях Оренбургской области для определения доминирующих механизмов и факторов, контролирующих образование АСПО.

2) Систематизировать применяемые на объектах исследования технологии предотвращения и удаления АСПО, включая анализ регламентов их проведения, используемых химических реагентов и технических средств.

3) Сформировать базу данных, включающую статистику отказов и аварий глубинно-насосного и иного промыслового оборудования, а также сведения о проведенных геолого-технических мероприятиях по борьбе с АСПО за репрезентативный период.

4) Установить корреляционные зависимости между интенсивностью проведения мероприятий по борьбе с АСПО и ключевыми показателями надежности скважинного оборудования, такими как наработка на отказ (ННО).

### Теоретические основы проблемы АСПО в нефтедобыче

Нефти, приуроченные к месторождениям Оренбургской области, входящей в состав Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП), характеризуются значительным разнообразием физико-химических свойств. Согласно классификации, на территории региона встречаются нефти от легких до средних по плотности (в диапазоне от 0,820 до 0,870 г/см<sup>3</sup>), а по содержанию серы — от малосернистых (<0,5 %) до высокосернистых (>2,0 %) [9]. Такое разнообразие состава обусловлено как различиями в исходном типе органического вещества, так и процессами вторичных изменений углеводородов непосредственно в залежах.

С точки зрения проблемы образования АСПО, ключевыми параметрами являются содержание высокомолекулярных компонентов (парафинов, смол, асфальтенов) и реологические свойства нефти, в частности, температура застывания. Для ряда месторождений Оренбургской области характерно высокое содержание данных компонентов. Так, в отдельных пробах нефти суммарное содер-

жание смол и асфальтенов может достигать 14,3 %, а содержание твердых парафинов — превышать 5,5 % [9]. Смолы и асфальтены, являясь поверхностно-активными веществами, выступают в роли центров кристаллизации для парафинов и придают отложениям высокую адгезионную способность. Высокопарафинистые нефти, в свою очередь, обладают высокой температурой застывания, что является критическим фактором риска.

Механизм формирования отложений представляет собой сложный многостадийный физико-химический процесс. Нефть в пластовых условиях является метастабильной коллоидной системой, стабильность которой поддерживается за счет высокого пластового давления и температуры. Процесс образования АСПО инициируется при нарушении этого термодинамического равновесия в ходе продвижения флюида к устью скважины, в первую очередь из-за снижения температуры и дегазации нефти. При достижении точки насыщения, то есть температуры начала кристаллизации парафинов (ТНКП), начинается процесс нуклеации, где молекулы парафина формируют первичные кристаллические зародыши. Этот процесс гетерогенен: центрами кристаллизации часто выступают частицы асфальтенов и смол. Далее происходит рост кристаллов и их агломерация, после чего сформировавшиеся агрегаты АСПО осаждаются и закрепляются на внутренней поверхности промыслового оборудования (насосно-компрессорных труб (НКТ), штанг насоса, клапанов [11]).

Накопление АСПО оказывает комплексное негативное воздействие на функционирование системы нефтедобычи. Во-первых, оно приводит к ухудшению гидродинамических характеристик системы за счет уменьшения эффективного проходного диаметра НКТ. Это вызывает рост гидравлического сопротивления, что влечет за собой снижение дебита скважины и возникновение аномальных нагрузок на узлы ГНО. Во-вторых, слой отложений создает условия для интенсивного развития процессов подслоевой коррозии, изолируя участки металлической поверхности от действия ингибиторов и способствуя формированию локализованных коррозионных ячеек, что приводит к преждевременному разрушению оборудования.

Для борьбы с данными осложнениями применяется широкий арсенал методов. Химические методы основаны на превентивном введении ингибиторов или удалении отложений с помощью растворителей. Тепловые методы (промывка горячими агентами, электропрогрев) направлены на поддержание температуры флюида выше ТНКП. Механические методы предполагают физическое удаление отложений скребками. Также развиваются физико-полевые (волновые) методы, основанные на ультразвуковом или магнитном воздействии на поток. Выбор оптимальной стратегии требует системного подхода, учитывающего эффективность, стоимость и экологическую безопасность технологии на протяжении всего ее жизненного цикла.

### Методология исследования

#### Объект исследования

В качестве объекта исследования была выбрана совокупность нефтяных месторождений, географически и геологически приуроченных к Волго-Уральской НГП. Данный выбор обоснован рядом факторов. Во-первых, согласно карте нефтегазоносности региона, Волго-Уральская НГП обладает наивысшими показателями плотности текущих суммарных извлекаемых ресурсов нефти (категория II, свыше 20–30 тыс. т/км<sup>2</sup>), что свидетельствует о высокой интенсивности процессов нефтедобычи. Во-вторых, высокая концентрация эксплуатационного фонда скважин на данной территории позволяет сформировать репрезентативную выборку для последующего статистического анализа. В-третьих, большинство месторождений данной НГП находятся на зрелых стадиях разработки, что предполагает наличие обширных архивов промысловых данных.

#### Сбор и подготовка данных

Был проведен анализ релевантных научных публикаций за последние 10–15 лет, посвященных проблемам эксплуатации скважин, осложненных АСПО, на месторождениях Волго-Уральской НГП. Из найденных источников были извлечены и систематизированы обобщенные количественные данные. На их основе была сформирована база данных, отражающая типичные сценарии работы «условной» скважины на месторождениях объекта исследования при различных стратегиях борьбы с АСПО.

#### Методы анализа данных

Анализ подготовленного набора данных проводился в несколько логически связанных этапов. На первом этапе применялись методы описательной статистики для расчета базовых показателей (средние значения, ча-

стоты). На втором этапе использовался сравнительный анализ для выявления статистически значимых различий между группами скважин с разной стратегией ГТМ. Ключевым инструментом исследования на третьем этапе выступил корреляционный анализ для установления силы и направления связи между переменными, в частности, между эффективностью ГТМ и наработкой на отказ оборудования.

### Результаты и их обсуждение

#### Статистический анализ аварийности на модельном фонде скважин

На первом этапе анализа была определена типовая структура отказов ГНО для скважин, работающих в условиях интенсивного образования АСПО. Результаты представлены в Таблице 1.

Данные таблицы показывают, что доминирующая часть отказов (около 75 %) напрямую связана с последствиями накопления отложений: засорением узлов насоса и динамическими перегрузками, приводящими к обрыву штанг.

Анализ эффективности применяемых стратегий борьбы с АСПО.

Для оценки влияния различных подходов к борьбе с отложениями были сформированы четыре модельные стратегии ГТМ. Их эффективность оценивалась по ключевому производственному параметру — среднему падению дебита скважины за межремонтный период, что напрямую отражает интенсивность накопления отложений.

Как видно из Таблицы 2, применение про-активных стратегий позволяет значительно замедлить процесс снижения продуктивности. Наиболее стабильные показатели дебита демонстрирует комбинированная стратегия D, что свидетельствует о ее высокой эффективности в подавлении механизмов образования АСПО.

Корреляционный анализ связи между эффективностью ГТМ и показателями надежности оборудования.

Таблица 1. Структура отказов ГНО на условном фонде скважин Бузулукской НГО

Тип отказа/аварии	Доля в общей структуре, %
Отказ клапанов насоса (из-за засорения)	45
Обрыв колонны насосных штанг (из-за перегрузки)	30
Заклинивание плунжера насоса	15
Разгерметизация колонны НКТ (подслойная коррозия)	7
Прочие	3

Таблица 2. Влияние стратегии ГТМ на стабильность дебита скважины

Стратегия	Описание метода	Периодичность	Среднее падение дебита между ГТМ, %
A	Реактивная (работа до отказа)	-	> 60
B	Механическая чистка (скребки)	1 раз в 3 мес.	35
C	Химическая обработка (растворитель)	1 раз в 6 мес.	15
D	Комбинированная (Хим. + Мех.)	1 раз в 6 мес.	< 10

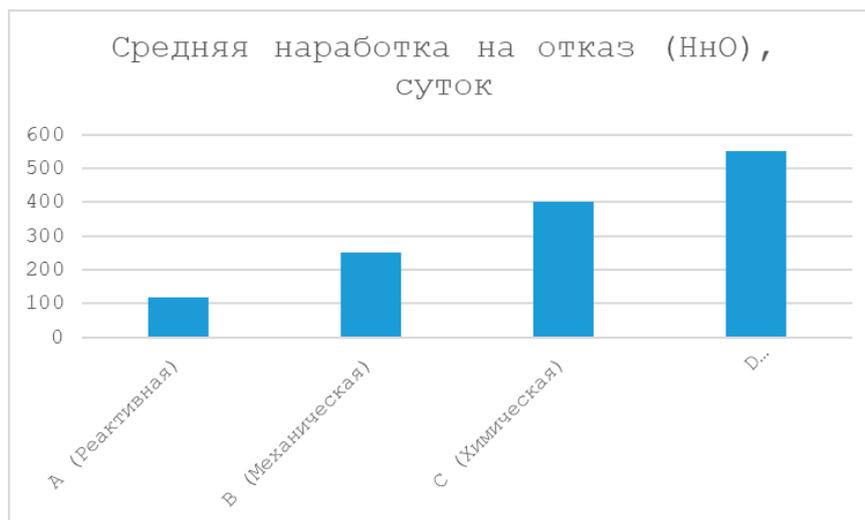


Рис. 1. Нарботки на отказ для различных стратегий ГТМ

Таблица 3. Зависимость наработки на отказ (НнО) от эффективности стратегии ГТМ

Стратегия	Среднее падение дебита между ГТМ, %	Средняя наработка на отказ (НнО), суток	Прирост НнО относ. стратегии А, %
A	> 60	120	-
B	35	250	108
C	15	400	233
D	< 10	550	358

На заключительном этапе была установлена корреляционная зависимость между эффективностью применяемых стратегий ГТМ и наработкой на отказ (НнО). Результаты анализа сведены в Таблицу 3 и визуализированы на рисунке 1.

Анализ данных выявляет сильную отрицательную корреляцию между показателем падения дебита и наработкой на отказ. Чем эффективнее стратегия ГТМ сдерживает накопление АСПО, тем дольше оборудование работает в безаварийном режиме.

Полученные результаты позволяют сделать ключевой вывод: аварийность промышленного оборудования, инициированная АСПО, является управляемой величиной. Переход от реактивных методов к превентивным комплексным стратегиям (D) позволяет увеличить межремонтный период работы оборудования более чем в 4,5 раза.

### Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что высокая аварийность промышленного оборудования на Ашировском месторождении со склонностью к образованию АСПО яв-

ляется не неизбежным следствием физико-химических свойств нефти, а результатом выбора неоптимальной стратегии управления производственными рисками.

На основе анализа данных установлено, что существует прямая корреляционная связь между эффективностью геолого-технических мероприятий, выраженной через стабильность дебита скважины, и ключевым показателем надежности оборудования — наработкой на отказ. Доказано, что применение про-активных, комбинированных методов борьбы с АСПО позволяет многократно увеличить межремонтный период эксплуатации оборудования по сравнению с реактивным подходом, основанным на ремонте по факту отказа.

Практическая значимость работы заключается в обосновании необходимости смещения фокуса с ликвидации последствий на превентивное управление осложнениями. Результаты могут быть использованы инженерными службами нефтедобывающих предприятий для технико-экономического обоснования внедрения комплексных систем борьбы с АСПО. Дальнейшие исследования могут быть направлены на детализацию экономических моделей и оптимизацию регламентов ГТМ для конкретных геолого-промышленных условий.

### Литература:

1. Бабаян, Е. В. Анализ эффективности используемых современных методов борьбы с асфальто-смолопарафиновыми отложениями: дис.... бакалавра: 21.03.01 / Е. В. Бабаян. — Томск: ТПУ, 2023. — 95 с.

2. Богатов, М. В. Разработка и исследование защитных покрытий насосно-компрессорных труб для предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.17.03 / М. В. Богатов. — Самара: СамГТУ, 2023. — 25 с.
3. Галикеев, Р. М. Аварийность скважинного оборудования и методы ее снижения / Р. М. Галикеев, М. Г. Волков // Нефтегазовое дело. — 2022. — № 3. — С. 42–50.
4. Иванова, Л. В. Асфальтосмолопарафиновые отложения в нефтепромысловом оборудовании: проблемы и решения / Л. В. Иванова // Нефтяное хозяйство. — 2023. — № 4. — С. 78–82.
5. Коровин, К. В. Анализ условий образования асфальтосмолопарафиновых отложений и их влияние на работу глубинно-насосного оборудования / К. В. Коровин. — Пермь: ПНИПУ, 2021. — 132 с.
6. Коржихина, Т. П. Механизмы образования асфальтосмолопарафиновых отложений: методики исследования / Т. П. Коржихина // Нефтегаз.RU. — 2022. — № 8. — С. 44–52.
7. Костарев, А. В. Диссертация по теме «Математическое моделирование и исследование процессов тепло- и массопереноса в нефтяных скважинах» / А. В. Костарев. — Пермь: ПНИПУ, 2018. — 148 с.
8. Муфтахова, Е. Д. Применение растворителя для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений / Е. Д. Муфтахова, Т. В. Васильева, Ф. Ш. Хафизов // Техносферная безопасность. — 2020. — № 1 (26). — С. 67–74.
9. Оренбургская область: Нефтяная промышленность [Электронный ресурс] / Оренбургская степь. — 2021. — Режим доступа: <https://orensteppe.org/content/neftyanaya-promyshlennost-orenburgskoy-oblasti> (дата обращения: 10.08.2025).
10. Петрова, Ю. Ю. Анализ влияния состава асфальтосмолопарафиновых отложений на процесс парафинизации магистральных нефтепроводов / Ю. Ю. Петрова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2024. — № 2. — С. 87–95.
11. Серебряков, А. Н. Коррозия нефтепромыслового оборудования и мероприятия по противокоррозионной защите на нефтяном месторождении / А. Н. Серебряков, И. С. Мотузов // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. — 2017. — Т. 18, № 2. — С. 174–181.
12. Современные подходы к применению методов борьбы с АСПО в нефтедобыче / А. И. Петров [и др.] // Инженер-нефтяник. — 2024. — № 1. — С. 124–127.
13. Хайбуллина, К. Ш. Совершенствование технологий предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых отложений при добыче нефти: дис.... канд. техн. наук: 25.00.17 / К. Ш. Хайбуллина. — СПб.: Горный ун-т, 2019. — 178 с.
14. Черепанов, А. А. Методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями / А. А. Черепанов, Р. Э. Лушников, Е. В. Мелентович // Известия Томского политехнического университета. — 2018. — Т. 329, № 4. — С. 865–872.
15. Шарафутдинов, Р. Ф. Функциональные покрытия погружного нефтепромыслового оборудования для защиты от коррозии, асфальтосмолопарафиновых и солевых отложений: обзор / Р. Ф. Шарафутдинов // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. — 2025. — № 1. — С. 58–74.

## Сравнительный анализ систем трансмиссии тракторов: механическая, гидростатическая, вариаторная

Шутов Вячеслав Максимович, студент  
Пензенский государственный аграрный университет

*В статье автор проводит сравнение и анализ систем трансмиссии тракторов.*

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, трансмиссия, трактор, анализ.

Современное сельское хозяйство предъявляет повышенные требования к универсальности, экономичности и экологичности тракторной техники. Трансмиссия является ключевым узлом, определяющим рабочие характеристики трактора: передаточные отношения, управляемость, эффективность передачи мощности и расход топлива. В условиях роста цен на энергоносители, ужесточения экологических норм и увеличения требований

к эксплуатационной гибкости выбор оптимальной схемы трансмиссии становится критически важным для производителей и пользователей. Далее представлены технические основы трансмиссий, описания механической, гидростатической и вариаторных систем, сравнительный анализ по ключевым критериям: конструктивные особенности, эффективность передачи мощности, надежность, удобство эксплуатации, стоимость обслуживания и экономичность.

Трансмиссия трактора предназначена для передачи крутящего момента от ДВС (или электромотора) к ведущим колесам и дополнительным потребителям (навесное оборудование, ВОМ). Основные элементы: сцепление, коробка передач (варианты: механическая, гидростатическая, вариаторная), главный и планетарные редукторы, конечные передачи, карданные валы, дифференциалы и тормозные механизмы. Конструкция должна обеспечивать передачу требуемых усилий при минимальных потерях, надежность в агрессивных условиях и возможность обслуживания.

Механическая трансмиссия реализует переключение фиксированных передаточных отношений посредством шестеренных пар и муфт. Сцепление обеспечивает разъединение двигателя и трансмиссии при переключении. Конструктивные особенности: Коробка передач: синхронизированные или несинхронизированные механизмы с рядами прямозубых/косозубых шестерен; Планетарные редукторы и демультипликаторы для расширения диапазона передач; Механическое управление переключением через вилки и тяги.

Гидростатическая трансмиссия (ГСТ) основана на передаче энергии через гидравлический поток: насос преобразует механическую энергию в поток и давление, гидро-

мотор обратно превращает гидроэнергию в механический крутящий момент. Часто используется преобразователь потока/насос-мотор в сочетании с редуктором. Конструктивные особенности: Регулируемый аксиально-поршневой насос и гидромоторы. Системы управления подачей и регулирования потока (механические, электрогидравлические). Требуется контуров высокого давления, теплообменник и фильтрация.

Вариатор обеспечивает бесступенчатое изменение передаточного отношения посредством механических (ремень/шкивы, клиноременные или цепные передачи), тороидальных или гидродинамических реализаций. В тракторах распространены механические бесступенчатые коробки с ременно-шкивным или планетарно-гидростатическим сочетанием. Конструктивные особенности: Ременно-шкивные или кондовые передачи для легких нагрузок; усиленные цепные/шарнирные версии для сельхозтехники; Комплекс управления для поддержания оптимального передаточного отношения при изменении нагрузки; Интеграция с электронными системами управления двигателем и сцеплением.

Результаты анализа систем трансмиссии тракторов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа систем трансмиссии тракторов

Критерий сравнения	Механическая коробка передач	Гидростатическая трансмиссия	Вариаторная трансмиссия
Конструктивные особенности	Набор шестерен и синхронизаторов, механическое сцепление; простая и надежная конструкция.	Насос-моторная пара с гидравлическим регулированием; плавное и бесступенчатое управление скоростью	Бесступенчатое изменение передаточного отношения через клиновой/рейковый или ременно-шкивный механизм; меньше ударных нагрузок
Эффективность передачи мощности	Высокая механическая эффективность при правильной эксплуатации, минимальные потери на трение	Наибольшие потери при высоких нагрузках; эффективность снижается с повышением мощности и температуры.	Эффективность ниже, чем у механической коробки передач из-за потери в трении и гибких элементах; хорошо в диапазоне нагрузок средней интенсивности.
Надежность и ресурс	Долговечна при регулярном обслуживании; уязвима к неправильному сцеплению и перегрузкам.	Долговечна при правильной системе охлаждения и чистоте масла; чувствительна к загрязнениям и перегреву.	Ресурс зависит от качества ремней/элементов; чувствительность к перегрузкам, но меньшая механическая нагрузка на шлицы.
Удобство эксплуатации	Требуется навыков у оператора; более энергозатратно при переключениях.	Наилучший плавный ход и точное управление скоростью; идеальна для прецизионных работ.	Простота в управлении, плавное изменение скорости; удобно для задач с частыми скоростными изменениями.
Стоимость приобретения и обслуживания	Невысокая стоимость и доступный ремонт; недорогие запчасти.	Высокая стоимость и требования к чистоте и охлаждению масла; обслуживание специализированное.	Выше стоимость по сравнению с МКП; ремонт сложнее и дороже при замене ремней/блока вариатора
Экономичность и расход топлива	Обычно обеспечивает наилучшую топливную экономичность при правильном режиме работы.	Выше расход топлива при больших нагрузках; эффективна в режимах с частыми изменениями скорости и малых нагрузках.	Экономичность варьируется; в операциях с постоянной нагрузкой уступает МКП.

Выбор трансмиссии зависит от приоритетов: механическая коробка передач обеспечивает наилучшую топливную экономичность, простоту и дешевое обслуживание, поэтому предпочтительна для тяжёлых тяговых работ и ограниченного бюджета; вариатор и гидростатическая трансмиссия предлагают плавность хода и удоб-

ство при частых манёврах и точных операциях, но дороже в покупке и чувствительны к перегрузкам и загрязнениям; автоматизированные/автоматические коробки дают лучший баланс между комфортом и эффективностью за счёт адаптивного управления, но имеют более высокую сложность и стоимость ремонта.

#### Литература:

1. Свитачев, А. И. О динамической нагруженности трансмиссии гусеничного трактора при взаимодействии рабочих органов с переменной массой / А. И. Свитачев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. — 2005. — № 3. — С. 45–50. — EDN HSGIMD.
2. Патент на полезную модель № 172028 U1 Российская Федерация, МПК F16H 57/025, F16H 3/093. Трансмиссия трактора с безрамным оловом: № 2017104655: заявл. 13.02.2017: опубл. 26.06.2017 / Е. А. Ахметшин, С. В. Гаев, А. В. Черанев; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Международная инжиниринговая компания по разработке новой техники» (ООО «МИКОНТ»). — EDN LBNFKP.
3. Патент на полезную модель № 89460 U1 Российская Федерация, МПК B60K 17/10. Гидромеханическая трансмиссия трактора: № 2009103569/22: заявл. 03.02.2009: опубл. 10.12.2009 / В. В. Бодров, Р. М. Багаутдинов, А. Р. Багаутдинов, О. В. Ларин; заявитель Закрытое Акционерное Общество «Уральский Сервисный Центр». — EDN MLXCNA.
4. Авторское свидетельство № 1243971 A1 СССР, МПК B60K 17/02. Трансмиссия гусеничного трактора: № 3852213: заявл. 25.01.1985: опубл. 15.07.1986 / С. А. Лапшин, Э. В. Сухов, В. Е. Захаров; заявитель Научно-производственное объединение по тракторостроению. — EDN NMIOVL.
5. Кравченко, В. А. Эксплуатационные свойства сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов с упругодемпфирующим механизмом в трансмиссии трактора: монография / В. А. Кравченко; В. А. Кравченко; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Департамент науч.-технологической политики и образования, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Азово-Черноморская гос. агроинженерная акад.». — зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2006. — 81 с. — EDN QKYGHV.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618736 Российская Федерация. Программа определения управляющих токов гидронасосов и гидромоторов гидростатической трансмиссии промышленного трактора: № 2024617821: заявл. 09.04.2024: опубл. 16.04.2024 / Е. А. Горелький, А. А. Танин-Шахов, А. Р. Ишбулатов [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Уралспецтехника». — EDN EYUKKS.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Архитектура Ренессанса в творчестве И. В. Жолтовского

Переслегин Григорий Владимирович, студент магистратуры  
Московский архитектурный институт (государственная академия)

*Статья посвящена анализу влияния архитектуры итальянского Ренессанса, и в частности творчества Андреа Палладио, на творческое наследие И. В. Жолтовского. На конкретных примерах ключевых проектов зодчего — от особняка Тарасова и дома на Моховой до здания Госбанка и послевоенных жилых домов — прослеживается последовательное и глубокое осмысление им ренессансных прототипов.*

**Ключевые слова:** Жолтовский, ренессанс, Палладио, неоклассицизм.

В своем творчестве И. В. Жолтовский использует огромное количество исторических прототипов разных эпох и стилей. Соотнесение творчества И. В. Жолтовского с итальянскими прототипами и в особенности с творениями Андреа Палладио является каноническим и бесспорным. Знание об этом стало своего рода аксиомой. Еще задолго до революции у него сложилась репутация италофила, и в определенных кругах архитектора называли «русским Палладио». Эта ассоциация только укрепилась с течением времени, благодаря очевидной стилистической ориентации проектов Жолтовского, которые иногда очень близки к оригинальным памятникам итальянского Ренессанса.

Первое воплощение мастером сугубо ренессансных мотивов произошло в павильоне Скакового общества (1903–1905) — во внутреннем его убранстве. Интерьеры павильона контрастируют со сдержанным фасадом своей роскошью. Здесь можно увидеть сходство в приемах с Палаццо дель Те (1520–1530-е) архитектора Дж. Романо. Это и кессонированные потолки, расписанные по холсту крестовые своды, и пропорционирование стены, увенчанной лепным фризом. Композиция того же палаццо ложится в основу композиционного решения внутреннего двора усадебного дома в Щурове (1907–1914).

Приемы оформления интерьера, опробованные И. В. Жолтовским в павильоне Скакового общества, и в работе над интерьерами гостиницы «Метрополь» (не сохранились) становятся для мастера характерными. Их можно встретить во многих проектах. Интерьеры Жолтовского настолько схожи между собой, что порой трудно отличить интерьер в здании Госбанка (1927) от интерьеров дома на Смоленской площади (1940–1948). Характерные кессонированные потолки, полукруглые ниши, своды и фриз также можно увидеть в доме Тарасова на

Спиридоновке (1909–1912), раньше можно было увидеть в доме на Моховой (1932–1934), в интерьерах перестроенного усадебного дома в Черемушках-Знаменском (1912), в Ипподроме (1950–1955) и многих других его проектах. Примечательно, что оформление интерьеров в излюбленной роскошной ренессансной манере Жолтовскому удавалось и в послереволюционных проектах, и интерьеры общественных зон и парадных лестниц многоквартирных жилых домов и общественных зданий схожи с интерьерами усадебных домов.

Ряд проектов И. В. Жолтовского можно выделить в серию современных интерпретаций ренессансных палаццо. Первым из них является особняк Тарасова на Спиридоновке (1909–1912) по мотивам палаццо Тьене (архитектор А. Палладио, 1570 г.), первый неосуществленный вариант по мотивам палаццо Каносса в Вероне (архитектор М. Санмикели, ок. 1530 г.).

Вторая попытка интерпретации ренессансного палаццо — это проект Дворца Советов в Махачкале, прототипом которого является Замок в Капрароле (Вилла Фарнезе) (архитектор Дж. Виньола, 1559–1573), причем помимо общей структуры архитектор прибегает к адресации в интерьерных мотивах, в особенности, в структуре внутренней винтовой лестницы, которая повторяет аналогичное решение Дж. Виньолы.

Третьим «ренессансным» палаццо в творчестве И. В. Жолтовского является здание Госбанка СССР (1927), который по наблюдению С. О. Хан-Магомедова Иван Владиславович проектировал, ориентируясь не на один аналог, а на серию ренессансных дворцов (палаццо Ручеллаи во Флоренции, 1446–1451, арх. Л. Б. Альберти; палаццо Пикколомини в Пиенце, 1459–1463, Б. Росселино; палаццо Канчеллерия в Риме, 1483–1526, А. Бреньо, Д. Браманте, и др.). [4, с. 118.]

Четвертым является дом на Моховой (1932–1934), исторические прототипы которого — это палаццо Префеттицио (Лоджия дель Капитанио) и палаццо Вальмарана в Виченце (архитектор А.Палладио, 1565). Пятое «итальянское» палаццо И. В. Жолтовского — это дом на Большой Калужской (на Ленинском проспекте) в Москве (1950). Ренессансным аналогом этого проекта является палаццо Медичи-Рикарди во Флоренции (М. ди Бартоломмео, 1444–1460).

В проектах дома на Большой Калужской и дома на Смоленской площади (1940–1954) И. В. Жолтовский решил проблему ренессансного художественного образа на современном многоэтажном доме, причем в проекте дома на Смоленской, он уже не прибегал к преобразованию одного конкретного палаццо, а сделал полностью авторский проект в духе ренессанса.

Последующие проекты многоэтажных жилых домов (дом на Ярославском шоссе и дом на Рижском проезде, 1951–1952) были решены теми же композиционными средствами, найденными в проектах дома на Большой Калужской и на Смоленской площади, о которых так пишет Р. Хигер: «Композиционные средства, которыми пользовался И. В. Жолтовский в строительстве многоэтажных жилых домов (ведущая тема — карниз, ясные пропорциональные членения, несколько хорошо прорисованных вставок на плоскости стены), получили широкое распространение в московской архитектурной практике и создали в 50-х годах своеобразную моду ...» [6, с.48.].

В большинстве проектов И. В. Жолтовского можно найти те или иные черты ренессансной архитектуры. Помимо общих на весь проект исторических прототипов можно найти множество отдельных тем и архитектурных элементов, которые являются результатом переработки или прямого цитирования возрожденческих мотивов. Например, излюбленный прием Жолтовского — прерывающийся карниз является адресацией к подобному решению в палаццо Строцци (архитектор Дж. де Сангалло, 1489–1539), такой же характерный угловой балкон имеет прототипом палаццо деи Диаманти (архитектор Б. Россетти, 1493–1503), а наличники дома на Смоленской площади являются глубокой переработкой наличника палаццо Роверелла (архитектор Б. Россетти, 1508).

Важное место в творчестве И. В. Жолтовского занимает тема карниза. Мастер на протяжении всей карьеры цитировал и преобразовывал ренессансные карнизы. Вершиной же развития этой темы исследователи считают карниз дома на Большой Калужской (1950), являющийся «оригинальным творческим развитием темы, над воплощением которой трудились такие крупнейшие мастера Возрождения, как Росселино или Микелоццо.» [3, с. 102.].

Примечательно, что при сравнении с прототипом, можно с уверенностью сказать, что детали в проектах И. В. Жолтовского зачастую прорисованы тоньше и изящнее чем в оригинале. Чтобы убедиться, стоит сравнить карнизы и капители дома на Моховой и Лоджии дель Капитанио А. Палладио.

Говоря об исторических прототипах эпохи Возрождения в творчестве И. В. Жолтовского связь с архитектурой Андреа Палладио (1508–1580) заслуживает отдельного анализа, так как, по оценкам исследователей, именно Палладио был главным и любимым образцом для подражания и источником вдохновения на протяжении творческого пути зодчего, а потому эта связь заслуживает самостоятельного разбора. Р. Хигер говорит: «Творчество Палладио — мастера, завершающего собою весь путь итальянского Возрождения и подводящего итог этому пути в стройной системе архитектурных канонов, оказало, как известно, наибольшее влияние на работы И. В. Жолтовского, на весь строй его архитектурного мышления» [5].

Проекты и сама личность Андреа Палладио для И. В. Жолтовского стали идеалом архитектурного мастерства и выразительности художественного образа. Вдохновленный величием вилл Палладио, Жолтовский на протяжении всего творческого пути стремился достичь такого же высокого уровня художественного творчества. Репутацию «русского Palladio» И. В. Жолтовский сформировал благодаря жанровой направленности своих дореволюционных проектов, состоящих в основном из частных резиденций и усадеб, в которых часто архитектор цитировал и преобразовывал архитектурные темы А. Палладио. Перечислим некоторые из них.

В доме в усадьбы Липовка (1906–1909) бросается в глаза сходство композиционного построения плана и фасада с Виллой Бадозер (1570-е). В проекте есть отдельные мотивы, являющиеся адресацией к другим проектам Палладио — овалы илюминаторы в углах фронтона схожи с аналогичными деталями Виллы-Ротонды (1567–1605), а на фасаде, обращенном в парк, можно увидеть термальное окно, прототип которого — окно Виллы Фоскари (1558–1560).

В другой работе И. В. Жолтовского того времени — «доме для господина N» (1906) обнаруживается генетическое сходство с Каза Коголло в Виченце (архитектор А. Палладио, 1559). В 1910 г. И. В. Жолтовский спроектировал загородный дом в имении Бережки, в котором заимствовал у А.Палладио архитектурную тему портика из трех арок виллы Сарачено в Финале (1545). Ту же тему архитектор развивает в проекте конюшни в усадьбе Лубенкино (1912). В это же время зодчий проектирует Русский павильон для Международной выставки в Риме (1910), в котором фантазирует на тему виллы Ротонды (А. Палладио, 1567–1605), преобразуя план ее из квадрата в восьмигранник, оставляя художественный образ виллы без изменения.

Для первого из ряда городских «палаццо», речь о которых велась в предыдущем разделе, — особняка Тарасова И. В. Жолтовский выбирает генетическим прототипом фасада палаццо Тьене (архитектор А. Палладио, не позднее 1570 г.), преобразуя его пропорциональное построение, в доме на Моховой опять палладианский первоисточник — лоджия дель Капитанио в Виченце (1571).

Р. Хигер в 1934 г. писал: «И. В. Жолтовский ввел в архитектурный обиход социалистической столицы одного из лучших представителей культуры прошлого. Мы рады приветствовать Палладио — дорогого коллегу, архитектурным созданиям которого столько обязано человечество, поднятого из небытия минувших столетий на пьедестал центральной магистрали Москвы.» [5]

После революции Жолтовский продолжил проектировать в палладианском духе. Для Миланской ярмарки (1925) зодчий проектирует павильон СССР, художественное решение главного фасада которого почти полностью повторяет фасад виллы Вальмарана в Вигароло (А. Палладио, 1540-е).

По мнению А. В. Фирсовой полной чистоты палладианства зодчий достиг в своем проекте здания уполномоченного ВЦИК СССР в Сочи, «который воспроизводит обобщенный образ виллы А. Палладио и является как бы

фантазией на тему неопалладианства, но с глубоким проникновением в первоисточник». [3, с. 102.].

В той или иной степени, можно проследить влияние архитектуры Палладио чуть ли не на все проекты И. В. Жолтовского, но есть отдельные излюбленные архитектурные темы, которые мастер охотно использовал на разных проектах на протяжении творческого пути. Например, портал виллы Пойана в Маджоре (А. Палладио, 1548–1549), опробованный еще при перестройке особняка М. К. Морозовой (1913) и получивший свое развитие в проекте кинотеатра Победа (1950-е), и мотив которого можно заметить в башне дома на Смоленской площади (1940–1953). Или окно-серлиана, так называемое палладиево окно, использованное на фасаде дворового фасада особняка Тарасова (1909–1912), впоследствии применяемое и в других проектах, например, в проекте жилых домов для рабочих завода АМО (1916–1923).

#### Литература:

1. Печенкин, И. Е., Шурыгина, О. С. Иван Жолтовский: в двух книгах / И. Е. Печенкин, О. С. Шурыгина. — Кн. 1: Жизнь и творчество. — М.: Издательский дом Руденцовых, 2021.
2. Печенкин, И. Е., Шурыгина, О. С. Иван Жолтовский: в двух книгах / И. Е. Печенкин, О. С. Шурыгина. — Кн. 2: Мастер и его школа. — М.: Издательский дом Руденцовых, 2023.
3. Фирсова, А. В. Творческое наследие И. В. Жолтовского в отечественной архитектуре XX века: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. искусствоведения. — М., 2004. — 485 с.
4. Хан-Магомедов, С. О. Теоретические концепции творческих течений советской архитектуры. — М.: Архитектура-С, 1974. — 240 с.
5. Хигер Р. Дом на Моховой // Архитектура СССР. — 1934. — № 6. — С. 20–24.
6. Хигер Р. Зодчий И. В. Жолтовский. К 100-летию со дня рождения // Архитектура СССР. — 1968. — № 2. — С. 44–52.

# БИОЛОГИЯ

## Применение иммунохроматографического анализа для диагностики вирусных заболеваний

Судакова Анастасия Ивановна, студент  
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (г. Москва)

### Введение

**Иммунохроматографический анализ (ИХА)** — качественный метод, который позволяет выявить наличие или отсутствие определенных веществ (аналитов) в биологических жидкостях — крови, слюне, моче, носовой слизи. Данный метод не требует специального оборудования, кроме тест-полосок и средств для взятия пробы, а результат можно получить всего через несколько минут. ИХА основан на методах тонкослойной хроматографии (разделение компонентов смеси при перемещении их с разной скоростью в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз) и иммунохимических реакциях (взаимодействие антиген-антитело).

ИХА широко используется в медицинской диагностике, создании банков плазмы и крови, судебной медицине, терапевтическом и экологическом мониторинге, при анализе продуктов питания (мясо, рыба), проверке здоровья животных. Может обозначаться как метод сухой иммунохимии, стрип-тест, QuikStrip cassette, QuikStrip dipstick, экспресс-тест или экспресс анализ. Чаще всего для анализа используют тест-полоски — пример твердофазного иммуноферментного анализа (ИХА).

### 1. Строение тест-полоски

Тест-полоска представляет собой многослойную структуру, каждый слой которой выполняет свою определенную функцию:



**Пластиковая подложка с клеевой основой** — служит фундаментом, на нее наклеены все компоненты фильтра

**Слой для внесения образца** — изготавливается из целлюлозы и/или стекловолокна, служит для внесения образца биологической жидкости и дальнейшего его перемещения к остальным частям тест-полоски. Данный элемент обеспечивает равномерное распределение образца и его предварительную обработку для отделения лишних компонентов, коррекции pH и т. д.

**Слой с конъюгатом** — на специальный фильтр нанесены молекулы меченого конъюгата для распознавания аналит-конъюгат (антигены или антитела, конъюгированные с цветной меткой; в качестве цветной метки используют флуоресцентные или латексные частицы, наночастицы коллоидного золота). Материал фильтра обеспечивает быстрое высвобождение конъюгата при контакте с жидкостью и поддержание стабильности конъюгата на протяжении всего срока годности тест-полоски. А ковалентная связь между молекулами метки

**Хроматографическая мембрана из нитроцеллюлозы** — на нее нанесены реагенты (антигены или антитела) в виде контрольной и тестовой линий (зоны захвата иммунных комплексов). Мембрана обеспечивает хорошее связывание с белковыми молекулами, минимизируя неспецифическую адсорбцию. Это важно для специфичности и высокой чувствительности анализа.

**Адсорбирующий слой (впитывающая прокладка)** — впитывает дошедшую до нее жидкость, поддерживая продвижение жидкости вдоль мембраны и предотвращая ее обратный ток.

## 2. Методика создания тест-полосок.

Процесс создания тест-полосок — это сложный и многоэтапный процесс, требующий тщательного контроля на каждом этапе:

1) **Подбор материалов:** первый шаг — выбор оптимальных материалов для производства тест-полосок, а также подбор антител и антигенов, специфичных к определяемому аналиту.

### 2) Изготовление хроматографической мембраны из нитроцеллюлозы.

Для нанесения белков используют контактные или бесконтактные диспенсерные системы, затем блокируют тест-полоски для контроля и стабилизации скорости потока и предотвращения неспецифических взаимодействий. Аналитическая мембрана не должна дестабилизировать связанные белки на тестовой и контрольной линиях в течение всего срока годности продукта или изменять характеристики потока в этот период. Блокировка обычно проводится путем помещения мембран в раствор, содержащий белки, поверхностно-активные вещества или полимеры.

Свойства, которыми должна обладать мембрана — гидрофильность, способность связывать белки, пористость.

3) **Подбор оптимальных концентраций и изготовление реагентов с цветной меткой, их нанесение на слой с конъюгатом.**

Конъюгат можно наносить двумя способами:

– Сначала осуществляется предобработка мембраны путем внесения мембраны в водный раствор белков, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и полимеров с последующей сушкой. После этого предобработанная мембрана вносится в раствор конъюгата.

– Конъюгат наносится с помощью количественного бесконтактного диспенсера.

4) **Подбор дополнительных реагентов** для предобработки компонентов тест-полоски, чтобы улучшить свойства потока и лучшую чувствительность теста.

5) **Сборка всех компонентов на пластиковой подложке:** тщательная сборка всех слоев тест-полоски на пластиковой подложке.

6) **Оптимизация условий проведения анализа реальных образцов:** подбор оптимальных условий для анализа реальных образцов, чтобы обеспечить максимальную точность и надежность результатов.

7) **Изучение стабильности тест-системы:** исследование стабильности тест-системы и выбор оптимальных условий хранения и упаковки для увеличения срока годности тестов.

8) **Нарезка и упаковка:** выбор условий хранения и упаковки для увеличения срока хранения тестов. Нарезка собранных листов на отдельные тест-полоски, которые могут быть помещены в пластиковые кассеты.

9) **Индивидуальная упаковка:** упаковка в индивидуальные герметичные пакеты.

## 3. Методы иммунохроматографического анализа.

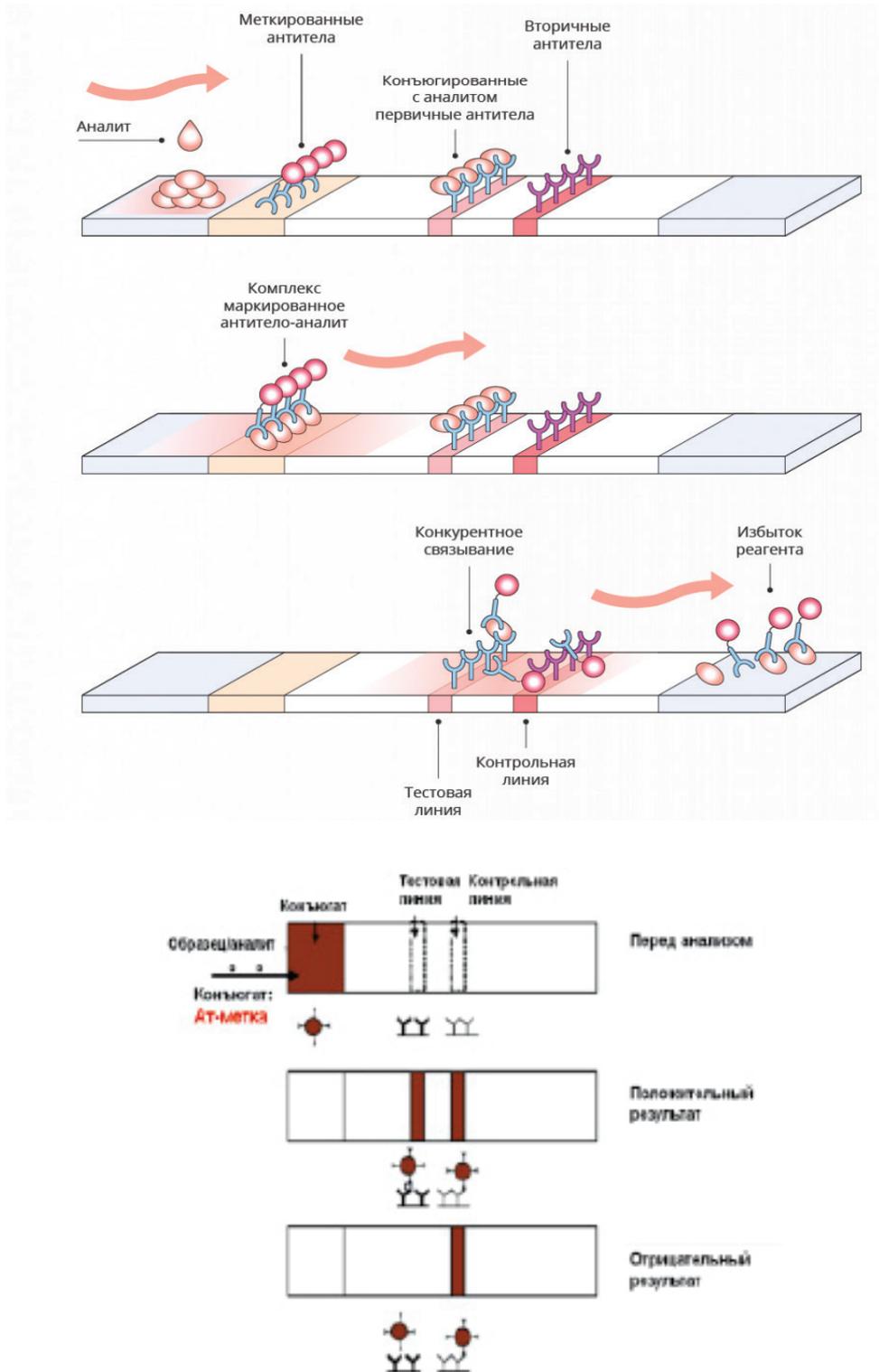
Существует несколько вариантов иммунохроматографического анализа, каждый из которых имеет свои особенности и применяется для решения определенных задач:

### 1) Конкурентный иммуноанализ.

Основан на конкуренции между исследуемым и меченым антигенами за связывание с антителами. Чем больше антигена в исходном растворе, тем меньше репортерного антигена свяжется с антигеном раствора.

Раствор с целевым аналитом наносится на слой для внесения образца, жидкость доходит до слоя с конъюгатом. Меченые Ат гидратируются, активируются, захватывают аналит и передвигаются дальше с током жидкости к тестовой линии. На тестовой линии зафиксирован Аг (аналит), который мог бы связаться с мечеными Ат, но они уже заняты конкурентом — связавшимся с ними аналитом из образца. Низкомолекулярные соединения обычно имеют одну антигенную детерминанту, соответственно, антитела имеют один центр связывания с Аг, который уже занят аналитом. Реакция происходит, когда ток жидкости доходит до контрольной линии. Она содержит зафиксированные вторичные Ат, способные связываться с мечеными Ат, при этом образуется окрашенная контрольная линия. В результате, отсутствие окрашенной полосы в контрольной зоне свидетельствует о том, что концентрация определяемого вещества в исследуемом образце превышает его пороговое значение для данного теста.

При отсутствии анализируемого вещества в образце конъюгат Ат-метка связывается с конъюгатом Аг:белок-носитель, иммобилизованным в зоне тестовой линии. Несвязавшийся конъюгат Ат-метка попадает в зону контрольной линии и связывается там с антивидовыми антителами. Таким образом, наличие двух окрашенных линий (тестовой и контрольной) является отрицательным результатом анализа. Формат конкурентного ИХА используется для выявления низкомолекулярных соединений, в том числе метаболитов наркотических соединений в моче, жидкости ротовой полости, экстрактах тканей.



**2) Неконкурентный, гетерогенный («сэндвич») анализ.**

В этом методе используется конъюгат специфических антител с цветной меткой (в случае визуальной оценки результата), нанесенный на мембрану для конъюгата (наночастицы инертных металлов, флуоресцентные красители). На тестовой линии иммобилизованы антитела, специфические к данному аналиту, а на контрольной линии — антивидовые антитела, специфические к первичным антителам. При нанесении образца, содержащего анализируемое вещество, на мембране с конъюгатом происходит связывание аналита с конъюгатом Ат-метка. Затем иммунный комплекс попадает в тестовую зону, где он связывается со специфическими антителами, образуя «сэндвич» Ат-Аг-Ат-метка. Избыток несвязавшегося конъюгата связывается с антивидовыми антителами на контрольной линии. Таким образом, выявление 2-х линий на тест-полоске является положительным результатом теста. При отсутствии аналита в образце конъюгат связывается с антивидовыми антителами только на контрольной линии, образуя одну линию на тест-полоске.

Есть другая модификация классического сэндвич-метода — принцип двойного антигена, или двухсайтовый метод. Он используется для выявления антител в образце. При этом один антиген нанесен на мембрану, а другой, конъюгированный с цветной меткой — находится на слое для конъюгата.

Используется для выявления высокомолекулярных соединений — вирусов, гормонов (тесты на беременность), возбудителей инфекционных заболеваний. Для образования «сэндвича» Ат-Аг-Ат антиген должен иметь две или более антигенные детерминанты.

### 3) *Формат мультикомплексного обнаружения.*

Этот формат применяется для идентификации более чем одного целевого анализа. Анализ проводится на полоске, на которой количество тестовых линий соответствует числу анализов. Очень важно иметь возможность выявлять несколько анализов в одинаковых условиях. Например, можно выявить одновременно наличие вирусов гриппа А и В в носоглоточных выделениях, ротавируса и аденовируса в кале.

## 4. Вирусы, которые можно выявить путем ИХА

Иммунохроматографический анализ позволяет выявлять как сами вирусные частицы, так и антитела к ним, вырабатываемые организмом в ответ на инфекцию. Так, разработаны тест-полоски на такие вирусы, как ВИЧ, вирус гепатита В (на антитела и антигены), вирус гепатита А, ротавирус, аденовирусы, гриппа А и В, вирус Эпштейна-Барра (вызывает инфекционный мононуклеоз), респираторный синцитиальный вирус (РСВ).

Вирусы можно обнаруживать в крови, носоглоточных выделениях (COVID-19, вирусы гриппа), кале (ротавирус, аденовирус, РСВ). Вирус Эпштейна-Барра или антитела к нему можно обнаружить в крови, сыворотке, плазме или слюне.

## Заключение

Иммунохроматографический анализ — это доступная и широко распространенная технология, применимая даже в домашних условиях. Она позволяет оперативно выявлять различные заболевания, связанные с наличием в организме определенных веществ или возбудителей. Визуальная оценка результата с помощью тест-полосок делает диагностику более доступной и позволяет проводить скрининг заболеваний в широких популяциях. Однако, при наличии времени, предпочтительнее использовать стандартный ПЦР-анализ, поскольку он обеспечивает более точное определение наличия определенного вещества и возможность анализа нескольких веществ одновременно.

## Литература:

1. Р. Шмид. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. С.158–159, 2020
2. <https://monographies.ru/en/book/section?id=9929>
3. [https://www.vechnayamolodost.ru/articles/biomedicin/immunohromatografiya\\_ekspress\\_diagnostika\\_v\\_sakvoyazhe\\_semeynogo\\_doktora/](https://www.vechnayamolodost.ru/articles/biomedicin/immunohromatografiya_ekspress_diagnostika_v_sakvoyazhe_semeynogo_doktora/)
4. <https://besure.ru/blog/interesnye-stati/rukovodstvo-po-immunokhromatografii/>
5. Hubert Demorat, Amanda Lopes, Dorothee Chopin, Veronique Delcey, Philippe Clevenbergh, Guy Simoneau, John Evans, Stéphane Mouly, Jean-François Bergmann, Pierre Sellier. Acceptability and feasibility of HIV testing in general medicine by ELISA or rapid test from finger-stick whole blood <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29478794/>
6. Серебренникова К. В. Высококчувствительные экспресс-методы латерального проточного иммуноанализа биомаркеров для целей медицинской диагностики
7. R Gauthier, J-M Livrozet, F PrevotEAU du Clary, O Taulera, S Bouée, J-P Aubert, A M Py, J M Peter, C Majerholc, S Héber Suffrin, C Compagnon, A Wajsbrot Feasibility and acceptability of rapid HIV test screening (DEPIVH) by French family physicians
8. <https://rosstip.ru/patents/173861-sposob-izgotovleniya-test-polosok-s-reaktivami>
9. <https://sulda.ru/services/detail/309/>
10. Elena A Zvereva, Olga D Hendrickson, Boris B Dzantiev, Anatoly V Zherdev Comparison of competitive and sandwich immunochromatographic analysis in the authentication of chicken in meat products <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38382834/>

## МЕДИЦИНА

### Эпидемиологическое слежение за микоплазменными пневмониями у детей

Конохова Анна Сергеевна, студент магистратуры;

Таварасьян Эрика Арвидасовна, студент магистратуры

Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова БГУ (г. Минск, Беларусь)

Безушко Дмитрий Сергеевич, ассистент

Белорусский государственный медицинский университет (г. Минск)

**Ключевые слова:** пневмония, микоплазма, эпидемиология.

Возбудитель *Mycoplasma pneumoniae* у детей представляет собой особую проблему в педиатрии, так как данный патоген является одной из ключевых причин инфекций дыхательных путей. Он вызывает широкий спектр респираторных заболеваний, начиная от лёгких форм, таких как фарингит и бронхит, до более серьёзных, включая пневмонию. Особенностью микроорганизма является отсутствие клеточной стенки, что обуславливает устойчивость к  $\beta$ -лактамам антибиотикам и усложняет выбор рациональной терапии.

Инфекция нередко развивается постепенно и может протекать в виде затяжного кашля, субфебрильной температуры и слабости, что нередко приводит к поздней диагностике и ошибочному назначению противовирусных или неэффективных антибактериальных препаратов. Кроме того, течение заболевания у детей может сопровождаться внелёгочными проявлениями — кожными высыпаниями, артралгиями, поражением нервной и сердечно-сосудистой систем. Это подчеркивает полиорганный характер инфекции и необходимость комплексного подхода к наблюдению и лечению пациентов.

С эпидемиологической точки зрения, *M. pneumoniae* является одной из ведущих причин атипичных пневмоний у школьников и подростков, причём вспышки носят циклический характер и повторяются каждые 3–7 лет. Высокая плотность контактов в детских коллективах (школы, детские сады, кружки) способствует быстрому распространению возбудителя. В последние годы респираторный микоплазмоз занимает одно из ведущих мест в этиологической структуре внебольничных пневмоний. Предполагается, что длительный инкубационный период, умеренная контагиозность и способность к персистенции в дыхательных путях определяют продолжительность эпидемических вспышек [1, 2]. В последнее время респираторный микоплазмоз занимает одно из ведущих

мест в этиологической структуре внебольничных пневмоний. Предположительно, продолжительность эпидемических вспышек связана с длительным инкубационным периодом, малой контагиозностью, относительно низкой скоростью передачи и способностью к длительной персистенции в респираторном тракте организма-хозяина [1, 2].

В настоящее время наблюдается тенденция к росту числа случаев микоплазменных пневмоний (МП-пневмоний) среди детей, госпитализированных в инфекционный стационар. Наблюдаемая тенденция к росту числа случаев респираторных инфекций микоплазменной этиологии, включая МП-пневмонии среди детского населения г. Минска, с одной стороны, сопоставима с данными эпидемиологического слежения в других странах, с другой стороны требует дальнейшей оценки эпидемиологической ситуации с целью лучшего понимания механизмов распространённости возбудителя и дальнейшего совершенствования программ профилактики и лечения случаев респираторных микоплазменных инфекций у детей на национальном уровне [3].

Цель настоящей работы заключалась в изучении эпидемиологических особенностей МП-пневмоний у детей по результатам ретроспективного одноцентрового сплошного наблюдения за 2024 год.

В динамике с 2016 по 2024 гг. нами проведен ретроспективный анализ частоты госпитализаций детей с пневмониями, обусловленными *M. pneumoniae*, госпитализированных в учреждение здравоохранения «Городская детская инфекционная клиническая больница» г. Минска. За период с января по декабрь 2024 г. проанализированы гендерная, возрастная структура детей с МП-пневмониями, сезонное распределение зарегистрированных случаев, а также стратификация пациентов в зависимости от тяжести клинического течения заболевания.

Результатами предыдущих исследований установлено, что с 2016 по 2023 гг. частота госпитализации детей с МП-пневмониями не претерпевала существенных изменений [3], тогда как в 2024 году зафиксирована существенная активизация эпидемического процесса с суммарным показателем частоты госпитализаций 87,7 случаев на 1000 госпитализированных детей в год, что коррелирует с результатами эпидемиологического наблюдения за микоплазменными инфекциями в других странах [4–7].

Нами проанализировано сезонное распределение 2126 случаев МП-пневмоний у детей, госпитализированных в инфекционный стационар 2024 году. Так, в первые месяцы года (январь — март) регистрировалось наименьшее число госпитализаций. В январе госпитализировано 17 детей или 0,8 % (95 % ДИ 0,4–1,2), в феврале — 23 пациента или 1,1 % (95 % ДИ 0,6–1,5) и в марте — 42 ребенка или 2 % (95 % ДИ 1,4–2,6),  $p < 0,05$ . Резкий рост случаев МП-пневмоний наблюдался в летне-осенний период. С июня начинается заметное увеличение числа госпитализаций — 120 детей, или 5,6 % (95 % ДИ 4,6–6,6), которое продолжает нарастать в июле — 204 детей, или 9,6 % (95 % ДИ 8,3–10,8) и августе — 334 детей, или 15,7 % (95 % ДИ 14,1–17,2),  $p < 0,05$ . Пик заболеваемости приходится на сентябрь — 358 детей, или 16,8 % (95 % ДИ 15,2–18,4) и октябрь — 412 детей, или 19,4 % (95 % ДИ 17,7–21,1),  $p < 0,05$ , что соответствует традиционному росту респираторных инфекций с началом учебного года.

В возрастной структуре 2126 детей с МП-пневмониями число заболевших варьировало от 31 ребенка или 1,5 % (95 % ДИ 0,9–2) в группе 0–1 год до 1184 человек или 55,7 % (95 % ДИ 53,6–57,8) в группе 7–14 лет. Таким образом, наиболее уязвимой группой по заболеваемости МП-пневмониями в 2024 году оказалась стратифицированная возрастная когорта лиц от 7 до 14 лет, в сравнении с которой доля подростков 14–17 лет и детей 3–7 лет оказалась в 2,2 и 4,2 раза меньше,  $p < 0,05$ .

Полученные данные свидетельствуют о значительной активизации эпидемического процесса микоплазменных пневмоний у детей в Минске в 2024 году. Выявленные закономерности соответствуют цикличности эпидемий *M. pneumoniae*, описанной в мировой литературе. Сезонное распределение случаев демонстрирует типичную для респираторных инфекций картину с подъемом заболеваемости в летне-осенний период и пиком в сентябре–октябре.

Возрастная структура пациентов подтверждает данные о преимущественной уязвимости школьников, что обусловлено их высокой социальной активностью и интенсивностью межличностных контактов.

С практической точки зрения, рост числа госпитализаций требует усиления мер эпидемиологического мониторинга, оптимизации диагностических алгоритмов и раннего назначения этиотропной терапии.

#### Литература:

1. Кошкарина, Е. А. Особенности вспышечной заболеваемости внебольничными пневмониями микоплазменной этиологии на территории Приволжского федерального округа и Нижегородской области / Е. А. Кошкарина // Медицинский альманах. — 2021.
2. Эйдельштейн, И. А. *Mycoplasma pneumoniae* — современные данные о строении, молекулярной биологии и эпидемиологии возбудителя / И. А. Эйдельштейн // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. — 2023.
3. Epidemiology of *Mycoplasma pneumoniae* in children in the conditions of Covid-19 infection / O. Hanenko, A. Konokhova, O. Tonko, A. Zmitrovich, A. Hoilava // Proceedings of the XIV International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students. — 2024.
4. Increased incidence of *Mycoplasma pneumoniae* infections and hospital admissions in the Netherlands, November to December 2023 / D. C. Bolluyt, S. M. Euser, D. Souverein [et al.] // Euro Surveillance. — 2024.
5. *Mycoplasma pneumoniae* at the rise not only in China: rapid increase of *Mycoplasma pneumoniae* cases also in Spain / A. D. Urbieto, G. Barbeito Castiñeiras, I. R. Calle [et al.] // Emerging Microbes and Infections. — 2024.
6. *Mycoplasma pneumoniae* epidemic in Denmark, October to December, 2023 / A. C. Nordholm, B. Søborg, P. Jokelainen [et al.] // Euro Surveillance.
7. Outbreak of *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* in hospitalized patients: who is concerned? Nord Franche-Comté Hospital, France, 2023–2024 / S. Zayet, S. Poloni, J. Plantin [et al.] // Epidemiology and Infection. — 2024.

## Проявление болезни вейперов

Удовиченко Яна Александровна, студент

Научный руководитель: Католикова Ольга Сергеевна, преподаватель, врач-педиатр

Таганрогский медицинский колледж | (auto) (Ростовская область)

**Ключевые слова:** вейпинг, болезни вейперов, электронные сигареты, EVALI.

### Введение

Болезни, связанные с вейпингом, наиболее известны под названием E-cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury (EVALI), что в переводе на русский язык означает «легочная травма, связанная с использованием электронных сигарет или продуктов для вейпинга». Это неинфекционное респираторное заболевание ассоциируется с использованием электронных сигарет и вейпов. В июле 2019 г. Центром по контролю и профилактике заболеваний США и Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарств в США зарегистрированы первые случаи заболевания легких у курильщиков электронных устройств [2], что стало причиной внесения подобного диагноза в Международную классификацию болезней (МКБ-10) в том же году. В России первый случай был зарегистрирован в июне 2021 года, когда диагноз был поставлен 17-летнему подростку в Морозовской больнице Москвы. Особую беспокойность эпидемиологов и клиницистов вызывает возраст пользователей электронных устройств [1].

Несмотря на накопленные данные о клинических характеристиках этой патологии, многие аспекты болезни вейперов остаются недостаточно изученными. Болезнь вейперов (EVALI) представляет собой серьезную проблему для системы здравоохранения: симптомы часто пересекаются с проявлениями других заболеваний дыхательной системы, таких как пневмония и бронхит. Наиболее часто встречающиеся симптомы болезни вейперов включают одышку, кашель, боль в груди, лихорадку, повышенную потливость, тошноту, рвоту, утомляемость и общую слабость. У некоторых пациентов также наблюдаются головные боли и боли в мышцах и суставах. Основной сложностью диагностики является необходимость тщательного сбора анамнеза, который пациенты зачастую скрывают из-за стыда или предрассудков и не связывают ухудшение состояния со своим курением. Кроме того, отсутствие специфических тестов для диагностики болезни вейперов затрудняет выявление этого состояния и исключение других респираторных заболеваний.

**Клинический случай:** Пациент А., 20 лет, обратился в октябре 2024 года с жалобами на выраженную астению, внезапное головокружения, тошноту, периодические боли в грудной клетке и одышку при незначительной физической нагрузке, такой как подъем на 3–4 этаж. У пациента также наблюдался сухой мучительный кашель, чаще приступообразного характера, сопровождающийся скудным

отделением мокроты; ощущение сухости и раздражения в горле, периодическая головная боль сдавливающего характера с пульсацией в височной и затылочной области; бессонница; акроцианоз пальцев кистей и стоп.

Из анамнеза жизни известно, что пациент курит электронные сигареты на протяжении пяти лет, при этом в последние два года интенсивность курения возросла. Хронические заболевания в анамнезе отсутствуют.

При осмотре были выявлены: бледность кожных покровов, грудная клетка астенического типа без видимых деформаций, везикулярное дыхание, хрипов нет, приглушенные ритмичные тоны сердца, ЧДД — 21 в минуту. АД — 100/60 мм рт. ст., пульс — 98 уд/мин, SpO<sub>2</sub>–96 %.

Предварительный диагноз: бронхиальная астма.

С целью диагностики и исключения других заболеваний были проведены инструментальные методы исследований: спирометрия, КТ органов грудной клетки, электрокардиография (ЭКГ), ведение дневника пикфлоуметрия, сатурации и лабораторные методы: общий анализ крови (ОАК), анализ крови на ферритин, общий анализ мокроты.

По результатам КТ органов грудной клетки выявлены единичные цилиндрические бронхоэктазы.

Спирометрия показала ЖЕЛ — 2,09 (при норме 3,47), 80 % от нормы (умеренно снижена); ФЖЕЛ — 2,39 (при норме 3,40) — 70 % от нормы (легкое снижение); ОРФ1 %ЖЕЛ — 108,67 (при норме 89,58) — выше нормы; ПОС — 4,39 (при норме 6,64) — 66 % от нормы (очень лёгкое снижение), указывая на наличие рестриктивных изменений и умеренное снижение жизненной ёмкости легких.

ЭКГ зафиксировала ускоренный синусовый ритм с частотой сердечных сокращений 95 ударов в минуту и умеренные реполяризационные изменения.

В течение месяца пациент проводил измерение сатурации и пикфлоуметрию. Пикфлоуметрия утром составляла от 350 до 400 литров в минуту, что соответствует 89 %–101 % от нормы (норма 393 л/мин). Вечерние показатели составили от 270 до 350, что соответствует 68 %–89 % от нормы, указывая на более выраженное снижение функции легких, чем в утренние часы. Суточные колебания в значениях составили от 10 % до 33 %.

Мониторинг сатурации кислорода и пульса перед и после курения показал, что уровень кислорода в утренние часы до курения был в диапазоне от 95 % до 99 %, но после курения снижался до 87 %–92 %.

Пульс в утренние часы до курения варьировался от 85 до 111 уд./мин., но после курения увеличивался до 96–

123 уд./ мин. Вечером сатурация находилась в пределах от 93 % до 96 %, а пульс варьировался от 80 до 113 уд./ мин.

ОАК показатели находились на нижней границе нормы. При сравнении результатов ОАК за последние шесть месяцев отмечается постепенное снижение всех показателей. Отмечается наиболее выраженное снижение уровня гемоглобина, с 136 г/л до 120 г/л (норма: 120 г/л — 140 г/л). Снижение уровня ферритина с 37,5 мкг/л до 25,0 мкг/л (норма 13,0–150,0)

Общий анализ мокроты показал отсутствие эозинофилов, спиралей Куршмана и кристаллов Шарко-Лейдена. По данным результатам можно исключить наличие бронхиальной астмы.

С учетом данных пикфлоуметрии и уровня сатурации можно заключить, что снижение показателей после курения и в вечернее время связано с интенсивностью курения в течение дня, что делает курение основным фактором, отрицательно влияющим на эти результаты.

На основании жалоб пациента, анамнеза, а также результатов лабораторных и инструментальных исследований можно предположить наличие начальной стадии болезни вейперов?

На основе проведенных исследований пациенту были даны рекомендации: отказ от курения электронных сигарет, проведение дыхательной гимнастики и ингаляции с 0,9 % раствором натрия хлорида с помощью небулайзера один раз в день в течение 10 дней, продолжить ежедневно проводить пикфлоуметрию и измерение сатурации, повторное посещение через месяц с результатами ОАК, общего анализа мокроты.

На повторном приеме спустя месяц, со слов пациента отмечает улучшение самочувствия, выражающееся в следующем: Уровень астении также снизился, и пациент сообщил об исчезновении тошноты, уменьшилась частота кашля, снизилась проявляемая одышка, реже возникали головные боли и головокружения, отмечает нормализацию сна, акроцианоз пальцев кистей и стоп больше не наблюдается.

#### Литература:

1. Михайловский, А. И., Войцеховский, В. В., Лучникова, Т. А. Влияние жидкостей для электронных сигарет на дыхательную систему человека. Клиническое наблюдение пациента с EVALI. // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. — 2022. — Вып. 84. — С. 93–99. — DOI: 10.36604/1998-5029-2022-84-93-99
2. Подзолков, В. И., Ветлужская, М. В., Абрамова, А. А., Ишина, Т. И., Гарифуллина, К. Л. Вейпинг и вейпинг-ассоциированное легочное повреждение: обзор. // Терапевтический архив. — 2023. — Т. 95, № 7. — С. 591–596. — DOI: 10.26442/00403660.2023.07.202293.

Показатели ОАК находятся на нижней границе нормы с незначительным повышением. Гемоглобин 123 г/л (норма 120г/л-140г/л); Ферритин в нижних пределах нормы 25,0 мкг/л(норма 13,0–150,0 мкг/л) Общий анализ мокроты — отсутствуют эозинофилы, спиралей Куршмана и кристаллы Шарко-Лейдена.. Пикфлоуметрия — снижение в вечернее время составляло 90 % от нормы (норма 393 л/мин), колебания за сутки составили не более 15 %. Уровень сатурации кислорода в крови улучшился и колебался от 95 % до 99 %. — Заметны улучшения показателей.

На повторном приеме спустя три месяца, со слов пациента: отсутствие ранее описанных симптомов, сохранилась периодическая головная боль. Повторные исследования ОАК показали: Гемоглобин 123 г/л (норма 120г/л-140г/л); Ферритин в нижних пределах нормы 32,5 мкг/л (норма 13,0–150,0 мкг/л) Пикфлоуметрия — ПСВ в пределах нормы в утреннее и вечернее время, колебания за сутки составили не более 5 %. Уровень сатурации кислорода в крови улучшился и колебался от 97 % до 99 %. Пациенту предложено придерживаться данных рекомендаций.

#### Вывод

1. Подчеркивает сложности дифференциальной диагностики болезни вейперов, учитывая разнообразие его проявлений, наличие возможных сопутствующих заболеваний и важность тщательного сбора анамнеза для корректной оценки состояния пациента;
2. Учитывая положительную динамику состояния пациента после отказа от электронных сигарет, на ранних стадиях болезни вейперов улучшение может наступить без этиотропной терапии;
3. Важно повышать уровень информированности населения о данном заболевании для его предотвращения и ранней диагностики.

## ГЕОЛОГИЯ

### Глины Республики Башкортостан: состояние сырьевой базы и ее использование

Ивин Владислав Максимович, студент магистратуры

Научный руководитель: Мустафин Сабир Кабирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор  
Уфимский университет науки и технологий

*В статье автор рассматривает состояние и использование глинистого сырья в Республике Башкортостан на основе данных Государственных докладов о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации за 2022 и 2023 годы. Проведено сопоставление показателей двух лет.*

**Ключевые слова:** глины, Республика Башкортостан, цемент, клинкер, портландцемент.

Глинистые породы (глины, суглинки, аргиллиты, глинистые сланцы) обеспечивают алюмосиликатный компонент цементной шихты, формируя необходимый химический состав для получения клинкера.

Цементная промышленность Башкортостана имеет стратегическое значение для строительного комплекса республики. Добыча глин и цементного сырья обеспечивает внутренние потребности в строительных материалах, а также формирует экспортный потенциал на межрегиональном уровне. В условиях роста жилищного и промышленного строительства наличие собственной сырьевой базы становится фактором устойчивости экономики региона.

Республика Башкортостан фигурирует в Госдокладах как региондобытчик цементного сырья, где глинистые породы являются ключевым алюмосиликатным компонентом шихты для производства клинкера и портландцемента. По данным за 2022–2023 гг. в регионе обеспечивается промышленное использование глин в связке с карбонатными породами (известняк, мел, мергель) для нужд цементной отрасли.

По картосхемам распределения добычи цементного сырья Республика Башкортостан отмечена как регион с действующей добычей. В 2022 и 2023 гг. значения для республики составляют — около 1,7 млн. т и 2,7 млн. т соответственно. Это подтверждает стабильность вовлечения глинистого сырья в производственные цепочки [1,2].

Цементная промышленность Башкортостана имеет стратегическое значение для строительного комплекса республики. Добыча глин и цементного сырья обеспечивает внутренние потребности в строительных материалах, а также формирует экспортный потенциал на

межрегиональном уровне. В условиях роста жилищного и промышленного строительства наличие собственной сырьевой базы становится фактором устойчивости экономики региона.

Доклады не приводят покомпонентных характеристик глин именно для Башкортостана, но подтверждают их использование как базового источника алюмосиликатного компонента. На примере проекта геологоразведочных работ, составленного для Кукшикского месторождения глин при участии автора качество высокоглиноземистых глин, должно соответствовать требованиям:  $Al_2O_3$  не менее 28 %,  $SiO_2$  не более 45 % [1].

В докладах отсутствует отдельная региональная статистика по видам глин (каолины, бентониты и др.) для Башкортостана.

Доклады не содержат отдельных сведений по запасам глин для региона, но в обоих случаях Башкортостан отмечается в числе регионов с действующей добычей.

Для России в целом отмечается рост инвестиций в геологоразведочные работы по цементному сырью.

Автором на основе данных о геологоразведочных работах 2018 года были высчитаны прогнозные ресурсы Кукшикского участка цементных глин [3].

Представленные прогнозные ресурсы Кукшикского участка цементных глин (около 2,7 млн т) имеют практическую перспективу. В настоящее время по этому объекту ведётся подготовка геологоразведочного отчёта, что создаёт предпосылки для постановки запасов на государственный баланс в ближайших периодах. Следовательно, уже в следующем Государственном докладе данные по Кукшикскому участку могут быть официально отражены как часть минерально-сырьевой базы Республики Башкортостан.

Таблица 1. Расчет прогнозных ресурсов цементных глин Кукшикского участка

№ залежи	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя мощность п/и, м	Объем залежи м <sup>3</sup>	Коэффициент достоверности	Прогноз объемы м <sup>3</sup>	Удельный вес (средняя плотность) т/м <sup>3</sup>	Прогнозные ресурсы, тонн	Прогнозные ресурсы округленные, млн. т
пластообразных залежей								
1	152261	1,5	228392	0,8	182713	2,1	383698	0,38
2	35791	1,5	53687	0,8	42949	2,1	90193	0,09
3	105131	1,5	157697	0,8	126157	2,1	264930	0,26
5	95484	1,5	199746	0,8	159797	2,1	335574	0,34
6	64327	1,5	96491	0,8	77192	2,1	162104	0,16
7	195303	1,5	169801	0,8	135840	2,1	285265	0,29
4	100426	1,5	150639	0,8	120511	2,1	253074	0,25
итого	648297		1056451		845161		1774838	1,77
карстовых депрессий (без учета пластообразной части залежи)								
1	30452	6,2	188804	0,8	151043	2,1	317190	0,32
5	19097	6,2	118400	0,8	94720	2,1	198912	0,2
7	39061	6,2	242176	0,8	193741	2,1	406855	0,41
итого	88610		549380		439504		922958	0,92
всего								2,7

## Выводы

1. Добыча цементного сырья (глинистых пород) в Республике Башкортостан в 2023 году продемонстрировала очень значительный рост — на 1 миллион тонн или почти 59 % по сравнению с 2022 годом. Это не просто подтверждает стабильность использования местных ресурсов, а указывает на существенное увеличение вклада башкирского сырья в производственные цепочки цементной промышленности. Данный рост свидетельствует об активном развитии отрасли и повышенном спросе на сырье.

Увеличение объемов производства ведёт к росту налоговых поступлений в бюджет республики, что позволяет направлять дополнительные средства на развитие социальной и транспортной инфраструктуры.

Рост добычи глин способствует расширению программ жилищного и промышленного строительства, так как наличие устойчивой сырьевой базы снижает зависимость

региона от внешних поставок цемента и строительных материалов. Всё это в совокупности укрепляет экономическую самостоятельность Башкортостана и повышает его инвестиционную привлекательность.

2. Рост добычи свидетельствует о возрастании роли Башкортостана в системе общероссийской цементной промышленности. Даже при сравнительно небольших запасах глин республика обеспечивает стабильные поставки сырья для строительного комплекса.

3. Прогнозные ресурсы Кукшикского участка (около 2,7 млн т) создают реальную перспективу расширения минерально-сырьевой базы. Их постановка на баланс позволит увеличить устойчивость сырьевого обеспечения и может быть отражена уже в следующем Госдокладе.

4. Несмотря на то, что Башкортостан уступает по масштабам добычи крупным промышленным центрам Урала (Челябинская, Свердловская области), динамика роста указывает на повышение конкурентоспособности республики в сырьевом секторе.

## Литература:

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2022 году. — М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, ФГБУ «ВИМС», 2023. — 6 т.
2. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2023 году. — М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, ФГБУ «ВИМС», 2024. — 5 т.
3. Кадырбаков И. Х., Ивин В. М., проектная документация на осуществление работ по объекту «Геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождения глин (цементное сырье) на Кукшикском участке в Салаватском районе Республики Башкортостан», ООО «УГГА», 2025. — 1 т.

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

### Влияние искусственного интеллекта на трансформацию рынка труда и профессиональных компетенций

Донцова Анна Сергеевна, студент  
Пятигорский государственный университет (Ставропольский край)

Современный этап развития общества характеризуется глубокой цифровой трансформацией, охватывающей практически все сферы человеческой деятельности. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) из категории футуристических концепций перешёл в статус реальных инструментов, активно внедряемых в экономику, образование, здравоохранение, промышленность и сферу услуг. Если ранее цифровизация сводилась к автоматизации отдельных процессов, то сегодня речь идёт о коренном изменении структуры труда и профессиональной подготовки.

Актуальность исследования обусловлена тем, что технологии ИИ оказывают двойственное влияние: с одной стороны, они способствуют ускорению и оптимизации процессов, с другой — провоцируют сокращение рабочих мест и необходимость пересмотра традиционных подходов к профессиональной подготовке. Согласно данным Всемирного экономического форума, к 2030 году более 40 % существующих профессий будут трансформированы или полностью исчезнут под воздействием автоматизации и интеллектуальных систем [5, с. 16]. В то же время прогнозируется рост новых направлений занятости, связанных с анализом данных, управлением цифровыми системами, разработкой и регулированием алгоритмов.

Таким образом, перед обществом встаёт важнейшая задача: определить, каким образом интеграция ИИ изменяет рынок труда, какие компетенции становятся востребованными и какие меры необходимы для успешной адаптации человека к новым условиям.

Искусственный интеллект представляет собой совокупность технологий, способных имитировать когнитивные функции человека: обучение, анализ, прогнозирование и принятие решений. В его основе лежат такие направления, как машинное обучение, нейронные сети, обработка естественного языка и компьютерное зрение [1, с. 525]. Если в середине XX века ИИ воспринимался как область научных экспериментов, то сегодня он стал неотъемлемым элементом практики в самых различных отраслях.

К примеру, в здравоохранении ИИ используется для ранней диагностики заболеваний на основе анализа больших массивов медицинских данных. В образовании — для персонализации учебных траекторий и автоматизированной проверки знаний. В промышленности интеллектуальные системы управляют производственными процессами, повышая их точность и снижая затраты. По данным McKinsey [14, с. 23], внедрение технологий ИИ способно увеличить глобальный ВВП на 1,2 % ежегодно. Это демонстрирует не только экономический потенциал, но и масштабность влияния ИИ на общественное развитие.

Одним из наиболее заметных последствий распространения ИИ является автоматизация рабочих процессов. Согласно исследованию Фрея и Осборна [13, 194], до 47 % профессий в США потенциально подвержены риску автоматизации. Наибольшую уязвимость проявляют специальности, связанные с выполнением рутинных и повторяющихся операций: бухгалтерский учёт, логистика, кассовое обслуживание, транспортные услуги.

Вместе с тем нельзя рассматривать ИИ исключительно как угрозу занятости. Вслед за исчезновением одних профессий появляются новые: специалисты по анализу данных, разработчики интеллектуальных систем, консультанты по цифровой этике. Таким образом, речь идёт не о сокращении общего числа рабочих мест, а о качественной трансформации рынка труда. По мнению Бессена [12, с. 96] ИИ не вытесняет человека, а изменяет характер его деятельности, повышая ценность творческих и коммуникативных навыков.

Трансформация рынка труда неизбежно ведёт к изменению требований к профессиональным компетенциям. Если ранее основу успешной карьеры составляло обладание техническими знаниями и специализированными навыками, то сегодня возрастает роль «гибких навыков» (soft skills). К их числу относятся умение работать в команде, креативное мышление, способность к адаптации и эффективная коммуникация.

Как отмечают ученые Спенсер [6, с. 17], компетентность специалиста в XXI веке определяется не только

уровнем профессиональных знаний, но и готовностью к постоянному саморазвитию. Концепция lifelong learning («обучение через всю жизнь») становится ключевым ориентиром: современные технологии устаревают каждые 3–5, что требует от работников регулярного обновления своих знаний. Таким образом, успешный специалист будущего — это человек, способный совмещать технические компетенции с междисциплинарным мышлением и высоким уровнем социальной ответственности.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение ИИ сопровождается рядом вызовов. Прежде всего, речь идёт о социальных последствиях: массовая автоматизация угрожает ростом безработицы среди низкоквалифицированных работников. В то же время формируется риск «цифрового неравенства», когда доступ к новым технологиям имеют лишь определённые социальные группы.

Другой аспект связан с этикой. Алгоритмы машинного обучения нередко демонстрируют предвзятость, так как обучаются на данных, содержащих социальные стереотипы [7, с. 106]. Это ставит вопрос об ответственности: кто несёт её в случае ошибки, совершённой ИИ — разработчик, пользователь или сама система?

Правовые вызовы также приобретают особое значение. В большинстве стран отсутствует чёткая норма-

тивная база, регулирующая применение ИИ. Это порождает неопределённость и тормозит развитие технологий в чувствительных сферах, таких как медицина и юриспруденция. Таким образом, будущее ИИ напрямую зависит от способности общества выработать сбалансированный подход, сочетающий инновации и безопасность.

Искусственный интеллект становится ключевым фактором цифровой трансформации общества и экономики. Его внедрение приводит к автоматизации рутинных процессов, созданию новых профессий и изменению структуры компетенций. Современный рынок труда требует от специалистов гибридных навыков, сочетающих технические знания с креативностью и социальной ответственностью.

Однако вместе с возможностями ИИ несёт и серьёзные вызовы: угрозу безработицы, проблемы этики и необходимость правового регулирования. Для успешной адаптации общества требуется комплексная стратегия, включающая развитие системы непрерывного образования, пересмотр подходов к подготовке кадров и выработку международных стандартов применения ИИ.

В перспективе именно гармоничное сосуществование человека и интеллектуальных технологий позволит реализовать потенциал ИИ во благо общества, минимизируя риски и усиливая конкурентоспособность экономики.

#### Литература:

1. Бодрунова С. С. Искусственный интеллект и цифровая трансформация общества // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 17: Философия. Конфликтология. Культурология. Религиоведение. — 2021. — Т. 37, № 4. — С. 525–540.
2. Власова В. М. Искусственный интеллект в системе современного образования // Высшее образование в России. — 2020. — № 6. — С. 43–52.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2018. — 448 с.
4. Городецкий В. И. Искусственный интеллект: состояние и перспективы // Труды ИСП РАН. — 2019. — Т. 31, № 3. — С. 7–24.
5. Ключко Е. В. Цифровая экономика и искусственный интеллект: новые вызовы рынку труда // Экономика и управление. — 2020. — № 9. — С. 15–22.
6. Лайл М. Спенсер-мл., Сайн М. Спенсер. Компетенции на работе. Пер. с англ. М: НИРО, 2005. — 384 с.
7. Лопатина Н. В. Искусственный интеллект: возможности и угрозы для современного рынка труда // Социально-гуманитарные знания. — 2021. — № 1. — С. 103–112.
8. Нестерова Д. В. Трансформация компетенций в условиях цифровизации экономики // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. — 2020. — № 5 (113). — С. 95–102.
9. Стребков Д. О., Шкаратан О. И. Цифровизация и будущее труда: вызовы для общества и государства // Социологические исследования. — 2019. — № 12. — С. 3–13.
10. Третьяк В. П. Искусственный интеллект и рынок труда: тенденции и прогнозы // Экономическая наука современной России. — 2021. — № 2 (93). — С. 48–59.
11. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб — «Эксмо», 2016—137 с.
12. Bessen J. AI and Jobs: The Role of Demand. NBER Working Paper No., 2019. — 436 p.
13. Frey C., Osborne M. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 2017. — 311 p.
14. McKinsey Global Institute. The Future of Work in the Age of Automation. McKinsey Report, 2019. — p. 21–34
15. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th edition. Pearson, 2021. — 201 p.

## Теоретические основы системы государственной безопасности

Ефимова Ксения Максимовна, студент  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

*В статье проводится анализ государственной безопасности как системообразующего элемента национальной стратегии Российской Федерации в условиях современных вызовов и угроз. Цель исследования заключается в раскрытии концептуальной эволюции данного понятия, систематизации актуальных внешних, внутренних и гибридных угроз, а также в описании правовых, организационных и технических механизмов ее обеспечения. Особое внимание уделяется переходу от традиционной, силовой парадигмы к современному системному подходу, интегрирующему защиту от кибернетических, информационных и иных нетрадиционных рисков.*

**Ключевые слова:** государственная безопасность, национальная безопасность, гибридные угрозы, стратегия национальной безопасности, механизмы обеспечения безопасности, геополитическая конкуренция.

Современный этап развития мировой системы международных отношений характеризуется нарастающим уровнем нестабильности, углублением противоречий между государствами и появлением новых, ранее не существовавших форм угроз, что предопределяет необходимость переосмысления содержания государственной безопасности как ключевого элемента национальной стратегии выживания и развития. В условиях радикального обострения геополитической конкуренции, расширения совокупности трансграничных вызовов — от кибертерроризма и информационных диверсий до биологических катастроф и климатических потрясений — традиционные модели государственного управления в сфере безопасности демонстрируют свою ограниченность, а в ряде случаев и неэффективность, что актуализирует перспективность исследуемой проблематики.

Указ Президента Российской Федерации № 400 «О Стратегии национальной безопасности» прямо указывает на системный, взаимосвязанный характер современных угроз, охватывающих все сферы жизнедеятельности общества и государства. В таких условиях исследование государственной безопасности выходит за рамки чисто силовой парадигмы и требует научной систематизации понятийного аппарата, уточнения правовых механизмов реагирования, а также выстраивания межведомственной координации, без чего невозможна реализация стратегии устойчивого развития государства. Следовательно, в 2025 году государственная безопасность предстает не просто как предмет научного анализа, но и как практико-ориентированная область, от состояния которой зависит функциональная стабильность Российской Федерации в долгосрочной перспективе.

Понятие государственной безопасности прошло длительный путь концептуального развития, отождествляясь на ранних этапах с задачей физической защиты государства от внешней военной агрессии, до современного сложного и междисциплинарного подхода, охватывающего всю систему жизненно важных интересов. В классических трактовках, таких как у Т. Гоббса, государственная безопасность понималась как естественное право суверенного правителя защищать свои границы и сохранять порядок внутри страны. С развитием международ-

ного права и институализацией государственности это понятие трансформировалось, приобретая в 20–21 веках черты системности, интегративности и гибкости.

Современное научное и нормативно-правовое определение государственной безопасности опирается на концепт защищенности не только от традиционных угроз, но и от техногенных, экологических, информационных, демографических и иных нестандартных вызовов. Согласно Стратегии национальной безопасности РФ, государственная безопасность трактуется как состояние защищенности национальных интересов от внутренних и внешних угроз, при котором обеспечиваются реализация прав и свобод граждан, территориальная целостность, суверенитет и устойчивое развитие. Данная дефиниция подчеркивает ключевую особенность современной модели государственной безопасности, требующей интеграции усилий всех субъектов государственной и общественной жизни.

В российской правовой традиции, как подчеркивает А. В. Опалев, государственная безопасность занимает высшее место в иерархии видов безопасности, поскольку представляет собой интегрированную систему, охватывающую все подуровни — от военной и общественной до информационной, экологической и духовно-культурной безопасности [1, с. 27]. Функционально это означает, что нарушение устойчивости в любой из этих подсистем способно вызвать каскадный эффект, дестабилизируя всю систему государственной безопасности. Именно поэтому Федеральный закон «О безопасности» закрепляет принцип координации действий всех ветвей власти, а также институтов гражданского общества в деле обеспечения защищенности государства от угроз.

Современные угрозы государственной безопасности отличаются не только увеличением количества, но и изменением качества: они становятся менее предсказуемыми, более гибридными по своей природе и масштабно охватывают все сферы функционирования общества. Их можно условно классифицировать на внешние, внутренние и гибридные. К внешним угрозам, как следует из положений Военной доктрины РФ, относятся: расширение военной инфраструктуры НАТО на Восток, размещение средств

ПРО вблизи российских границ, милитаризация Арктики и космоса, вмешательство иностранных государств во внутренние дела страны, а также активизация деятельности зарубежных спецслужб [3, с. 104]. Санкционная политика коллективного Запада представляет собой форму экономического давления, имеющую долгосрочные последствия для технологической и промышленной безопасности России. Внутренние угрозы проявляются через рост экстремизма, коррупцию, падение уровня доверия к институтам власти, деградацию инфраструктуры, ухудшение демографических показателей, а также социальное неравенство, способствующее усилению протестного потенциала.

Гибридные угрозы представляют собой синтез традиционных и новых форм воздействия: кибератаки, информационно-психологические операции, деструктивное использование социальных сетей, манипуляция массовым сознанием, миграционные кризисы, спровоцированные извне. Такие формы воздействия обладают высокой степенью анонимности, мгновенным распространением и низким порогом вхождения, что делает их чрезвычайно опасными для государственной устойчивости.

Ключевая роль в координации всех сил обеспечения государственной безопасности принадлежит Совету Безопасности РФ, который функционирует как межведомственная структура, объединяющая представителей исполнительной власти, силовых структур, научного сообщества и экспертного сообщества. Важнейшими субъектами реализации государственной политики в сфере безопасности являются Министерство обороны, ФСБ, МВД, Росгвардия, Минцифры, МЧС и другие органы, чья

деятельность направлена на предупреждение, выявление и нейтрализацию угроз. Технический фактор обеспечения государственной безопасности в последние годы вышел на новый уровень благодаря внедрению цифровых технологий: использование искусственного интеллекта для анализа угроз, функционирование

В международной плоскости Россия активно взаимодействует с государствами-членами ШОС, БРИКС, ОДКБ и другими структурами, формируя альтернативный вектор безопасности вне западного доминирования [7, с. 208]. Как свидетельствуют данные исследования Ю. П. Козиной, интенсивность международных контактов России по линии безопасности возросла на 34 % в период с 2020 по 2024 гг., что подчеркивает устойчивый тренд на расширение стратегического взаимодействия в условиях конфронтации с коллективным Западом [5].

Таким образом, государственная безопасность в 21 веке предстает как динамичная, и сложная система, требующая постоянного анализа, актуализации и совершенствования. Российская модель безопасности демонстрирует способность к адаптации в условиях внешнего давления и гибридных угроз, однако её устойчивость зависит от эффективности правового регулирования, уровня межведомственной координации и степени вовлеченности гражданского общества в реализацию политики безопасности. Исключительно системный и предиктивный подход, объединяющий усилия всех ступеней государственной власти, научного и экспертного сообществ, позволит Российской Федерации сохранить суверенитет, обеспечить внутреннюю стабильность и устойчивое развитие в условиях глобальной турбулентности.

#### Литература:

1. Бобровникова О. В. Категории «государственная безопасность» и «национальная безопасность»: теоретико-правовой анализ / О. В. Бобровникова // Вестник экономической безопасности. — 2022. — № 2. — С. 25–29.
2. Зотова Л. В. Безопасность народа и государства как главная политическая ценность в учении Томаса Гоббса / Л. В. Зотова // Вестник Российского университета дружбы народов. — Серия: Политология. — 2003. — № 4. — С. 55–64.
3. Козина Ю. П. Государственная и региональная безопасность: роль интеграции для обеспечения безопасности на примере ШОС / Ю. П. Козина // Известия Саратовского университета. Новая серия. — Серия Социология. Политология. — 2025. — № 1. — С. 103–109.
4. Опалев А. В. О некоторых базовых категориях закона Российской Федерации «О безопасности» и Концепции национальной безопасности Российской Федерации / А. В. Опалев // ФСБ России. Правовое регулирование деятельности федеральной службы безопасности по обеспечению национальной безопасности Российской Федерации. науч. практ. комментарий / под ред. В. Н. Ушакова, И. Л. Трунова. — 2006. — С. 208.
5. Сотрудничество в области политики и безопасности // Шанхайская организация сотрудничества. [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://rus.sectesco.org/20190715/564857.html> (дата обращения: 22.08.2025)

## Сравнительный анализ подходов к оценке экономической эффективности изменения организационных структур

Ложникова Анна Александровна, студент магистратуры  
Научный руководитель: Соловьева Елена Валентиновна, кандидат экономических наук, доцент  
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

*В статье рассматриваются девять различных подходов к оценке экономической эффективности изменения организационных структур. Приводятся ключевые методики российских и зарубежных исследователей, включая показатели производительности, рентабельности, затрат, качества процессов и управления. Особое внимание уделяется функционально-стоимостному анализу как системному инструменту, позволяющему учитывать специфику структуры и достоверно оценивать эффективность преобразований. Проведено сравнение подходов и выделены их сильные и слабые стороны. Автор делает вывод о необходимости комплексного подхода, сочетающего качественные и количественные показатели для повышения точности оценки изменений.*

**Ключевые слова:** организационная структура, оценка эффективности изменения, подход, показатели, структура, экономическая эффективность.

## Comparative analysis of approaches to assessing the economic efficiency of organizational structure changes

Lozhnikova Anna Alexandrovna, master's student  
Scientific advisor: Solovyeva Elena Valentinovna, phd in economics, associate professor  
Russian University of Transport (MIIT) (Moscow)

*The article reviews nine distinct approaches to assessing the economic efficiency of organizational structure changes. It presents key methodologies from Russian and international researchers, including indicators of productivity, profitability, costs, and quality of processes and management. Special emphasis is placed on functional cost analysis as a systematic tool that accounts for organizational specifics and enables accurate evaluation of structural transformations. The approaches are compared in terms of strengths and weaknesses. The author concludes that a comprehensive approach combining qualitative and quantitative metrics is essential for improving the accuracy of efficiency assessments.*

**Keywords:** organizational structure, efficiency assessment, approach, indicators, structure, economic efficiency.

Изменение организационной структуры предприятия — это сложный процесс, требующий всестороннего анализа и обоснования. Оценка экономической эффективности подобных изменений играет ключевую роль в принятии управленческих решений. Различные авторы предлагают разнообразные методы и подходы к оценке эффективности организационных структур, каждый из которых имеет свои особенности.

Анализ проблемы глубокой оценки эффективности организационных структур осуществляли как российские ученые, так и зарубежные исследователи. Однако по сей день не перестает быть актуальным вопрос упорядочения существующих методологий для оценивания организационных структур и эффективности их изменения, систематизации ключевых показателей, которые включены в различные методики.

Современная организационная практика сталкивается с рядом вызовов, которые обострили проблему точной оценки эффективности изменений в структурах компаний. С одной стороны, цифровизация и переход к гибридным форматам управления (например, agile и проектные структуры) радикально меняют способы функциониро-

вания организационных систем. С другой — многие классические подходы, разработанные ещё в XX веке, сохраняют высокую теоретическую значимость, но утрачивают практическую применимость в новых условиях.

Особую сложность представляет операционализация показателей эффективности: они нередко остаются слишком обобщёнными или разрозненными, не учитывая специфики цифровых сред, удалённого взаимодействия или платформенных бизнес-моделей. В результате менеджеры и аналитики получают цифры, не дающие достаточного основания для точной управленческой реакции. Эта ситуация требует не только адаптации существующих методик, но и создания гибких моделей, сочетающих качественные и количественные параметры.

Научная новизна настоящего исследования заключается в акценте на разработке комбинированной модели оценки, объединяющей функционально-стоимостной анализ (ФСА) с системой ключевых показателей эффективности (КПИ), адаптированной к условиям цифровой трансформации. Такой подход позволяет не просто фиксировать результативность изменений, но и глубже понимать взаимосвязи между функциями, затратами и стра-

тегическими целями компании в условиях непрерывных изменений.

Уделения должного уровня внимания требует аспект использования методик в практической деятельности, а также уровня достоверности результатов показателей, которые были получены в ходе их использования. В итоге, все перечисленное определяет актуальность темы исследования [2, с. 11].

Рассмотрим подходы различных научных исследователей к оценке экономической эффективности организационных структур и их изменения.

Так, например, изучая подход Н. Н. Фёдоровой, оценка эффективности изменения организационных структур определяется через следующие критерии:

- степень надежности организационной структуры (уровень рациональности структурирования системы, уровень оптимизация разделения на элементы и их взаимодействия);
- степень использования рыночных возможностей, что включает способность формировать комплексные цели развития;
- степень использования внутренних возможностей (определяется уровень оптимальности задействование внутренних ресурсов).

Довольно примечательным моментом рассматриваемого подхода выступает выделение Н. Н. Федоровой показателя степени использования рыночных возможностей. Сущность данного показателя заключается в способности системы хозяйствования осуществлять выработку совокупности целей и комплекса задач посредством своих организационных структур для полноценного функционирования компании. Измерение его происходит за счет изучения уровня эффективности механизма целеполагания [8].

Следующий рассматриваемый нами подход представлен Т. Ю. Грубич, являющейся автором различных научных статей, а также монографии «Методика анализа архитектуры предприятия».

Т. Ю. Грубич при оценке эффективности организационной структуры предприятия сосредоточилась на изучении финансово-хозяйственной деятельности предприятий.

Для этого ею было предложено изучение трех групп показателей. Группировка осуществлялась по целям оценивания. Рассмотрим данные группы показателей ниже:

- первая группа показателей — рентабельности (общая, чистая, собственного капитала);
- вторая группа — критерии эффективности хозяйственных процессов и управления компанией (выручка от продаж / оказания услуг; чистая прибыль; прибыль от продаж; прибыль от финансово-хозяйственной деятельности);
- третья группа показателей определяют быстроту преобразования активов в денежные средства, это показатели деловой активности (динамика активов; оборачиваемость оборотных активов, запасов, дебиторской

и кредиторской задолженности; отдача основных фондов и капитала [4].

Далее нами был рассмотрен подход В. М. Остроухова, являющегося кандидатом экономических наук, доцентом кафедры «Педагогика и психология профессионального образования» МГУТУ.

Данный научный исследователь предлагает оценивать полноту достижения целей организационной структуры как показателя ее эффективности с учетом затрат на функционирование организационной структуры. Для этого производится разработка так называемого варианта эталона организационной структуры и осуществляется оценка уровня его эффективности, с которой затем происходит сравнительная оценка уровня эффективно реально существующего и функционирующего аналога организационной структуры.

Показатели оценки эффективности в данном случае включают:

- показатели оценки конечных результатов деятельности (объем производства, себестоимость, прибыль, уровень инвестиций);
- показатели, характеризующие организационные аспекты управления (расходы на управление и инфраструктуру; производительность управленческого персонала) [6, с. 731–733].

Следующий рассматриваемый подход представлен кандидатом экономических наук, доцентом, докторантом кафедры менеджмента Саратовского социально-экономического института РЭУ им. Г. В. Плеханова Л. Ф. Поповой. Ей были выделены такие основные направления оценки эффективности изменения организационных структур как:

- качество процессов и различных операций, осуществляемых в компании;
- оптимальность структурных характеристик (формализация, сложность, централизация);
- способность поддерживать ключевые функции управления и социально-экономическую эффективность [7, с. 40–47].

В научной статье Н. В. Бахмаревой, являющейся кандидатом экономических наук, доцентом Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева в Красноярске представлен следующий подход к оценке эффективности изменений организационных структур.

В качестве основных показателей оценки выступают показатели эффективности организационной деятельности, в связи с тем, что они наиболее полно отображают качество основных аспектов организационной структуры.

В центре внимания данного подхода к оценке находятся такие показатели как:

- темпы роста выпускаемой и реализуемой продукции
- уровень рентабельности по валовым и чистым доходам
- эффективность использования рабочей силы, оборотных средств, фондов основного капитала, материально-технических ресурсов и инвестиций.

Кроме того, в качестве наиболее значимых показателей для оценки представлены уровень качества выпускаемой продукции и точность соблюдения сроков выполнения обязательств по договорам. Н. В. Бахмарева указывает, что представленное многообразие показателей обеспечивает возможность осуществления всесторонней и объективной оценки.

Она также указывает, что особенно актуальной для анализа является комплексная оценка эффективности организационной структуры управления, включающая как экономичность системы управления, так и результативность организационной деятельности.

Рост показателя экономичности системы управления сигнализирует о возможном ухудшении структуры затрат и неэффективности распределения ресурсов в пользу управленческого сектора. Важно также отслеживать динамику изменений как расходов на управление, так и роста основных фондов вместе с оборотными средствами.

Н. В. Бахмарева отмечает, что для глубокой оценки полезны такие показатели как: норма управляемости, коэффициент численности управленческих работников, коэффициент затрат на управление.

Мониторинг этих показателей позволяет своевременно выявлять как негативные тенденции (перерасход ресурсов), так и положительные аспекты [1, с. 9–11].

В качестве следующего рассматриваемого подхода к оценке эффективности изменения организационных структур нами был рассмотрен подход В. В. Янковской, которая является кандидатом экономических наук, доцентом теории менеджмента и бизнес-технологий РЭУ им. Г. В. Плеханова.

По мнению В. В. Янковской экономическая эффективность изменения организационной структуры оценивается через следующие переменные:

- экономия затрат за счет условного высвобождения сотрудников;
- экономия от уменьшения уровня трудоемкости;
- экономическая эффективность управленческих работников, рассчитываемая через рост прибыли;
- расчет экономии от снижения потерь рабочего времени;

Общий объем уровня экономической эффективности в данном случае определяется как сумма всех вышеуказанных показателей [9, с. 32–36].

Далее я изучала подход российского ученого, доктора экономических наук, В. Н. Менжереса.

Он отмечает, что разработка комплексной системы оценки экономической эффективности изменения организационных структур тесно связана с изучением производительности, которая определяется через несколько ключевых критериев эффективности: качества, ответственности условий труда, внедрения инноваций и прибыльности.

Производительность как центральный критерий выступает индикатором успешности, позволяя выявлять слабые места и предлагая пути для оптимизации. Суще-

ствующие методы измерения производительности способны не только анализировать текущую ситуацию, но и указывать направления для повышения её показателей.

В ходе анализа экономической эффективности изменений организационной структуры в данном случае используются такие показатели как коэффициент рациональности структуры, коэффициент надежности системы управления, коэффициент целенаправленности, коэффициент полноты охвата функций управления, коэффициент занятости, показатель эффективности труда [5].

Проведя анализ различных подходов в области оценки эффективности организационных структур и их изменения было резюмировано, что единый подход к решению данного вопроса, сочетающий в себе наиболее оптимальные показатели оценки, определенный алгоритм (ход оценки) и данные по интерпретации полученных результатов, так и не был представлен. Однако, по моему мнению, среди рассмотренных подходов отсутствуют наиболее правильные или неправильные, каждый из них по-своему фундаментален и уникален.

Однако необходимо отметить, что данные исследования имеют отрицательную сторону в виде того, что их авторы не берут во внимание особенности организационной структуры и системы управления как объекта ФСА — функционально-стоимостного анализа.

Применительно к оценке эффективности изменения организационной структуры ФСА представляет системное исследование, направленное на рассмотрение объекта как системы, разделяемой на подсистемы, а функций — как общесистемных и внутрисистемных, внутренних связей объекта, как прямых, так и обратных. Данный подход предполагает детализацию анализируемых процессов и затрат по отдельным составляющим с последующей консолидацией.

Согласно мнению множества авторитетных научных исследователей (Р. Влчек, Е. А. Грамп, А. Л. Кибанов, Н. К. Моисеева, Ю. Г. Одегов и др.) ФСА находится на первом месте среди иных методов оценки.

Его главным достоинством является возможность использования и оценки разных уровней структуры управления.

Что касается проведения ФСА для осуществления оценки эффективности изменений организационной структуры, выделим, что для данного вида анализа приемлем метод, который был адаптирован научным исследователем из Чехии, Р. Влчек. Свою интерпретацию проведения ФСА применительно к оценке эффективности изменений организационной структуры представляли и другие научные исследователи (Н. К. Моисеева и М. Г. Гарпунин; А. Г. Курьян; К. Друри, Г. Н. Калянов), но я более подробно остановлюсь на методе Р. Влчек [3], ввиду его большей приемлемости по мнению других ученых.

В начале осуществления процесса ФСА необходимо произвести подробный анализ ключевых задач и ролей объекта анализа. Цель данного этапа заключается в идентификации основной функции данного объекта, а также

выявлении критически значимых процессов. Для проведения ФСА с учетом корпоративных задач осуществляется детальная проработка функционала главных структурных подразделений компании.

Процесс формирования списка функций базируется на учете организационных норм, особенностей управленческой деятельности руководителей отделов и прочей дополнительной информации.

Далее идет аналитический этап. Он включает в себя:

- выявление различных типов связей (между объектами, внутри них, по функциям);
- формулировку приоритетов функциональных направлений;
- определение соответствующих структурных единиц для каждой функции.

На последующем этапе составления перечня зависимых функций в рамках модели деятельности компании рассматриваются процессы и операции, определяющие внутреннюю работу системы управления компании. Акцент делается на те функции, которые обеспечивают основные процессы внутри организации.

Далее (следующий этап) следует оценка значимости функций ( $k_i$ ) через:

- установление порядка выполнения по степени важности;
- учет качества, объема, ассортимента и своевременности работы подразделений;
- применение метода попарного сравнения экспертами для определения баллов.

Результаты представляются в таблице с суммированием баллов каждой функции. В ситуации, когда сравниваемые функции равнозначны, присваивается 1 балл, если одна из функций отличается наибольшей значимостью — ей присваивается 2 балла, а функции с наименьшим уровнем значимости — 0 баллов. После этого осуществляется суммирование баллов по каждой из функций, а затем производится составление рейтинга функций.

Правильность распределения контролируется условием равенства квадрата числа функций и общего количества присвоенных им баллов.

Затем производится определение затрат на обеспечение функций, оно включает:

- расчеты по прямым (зарплата, материальные ресурсы) и косвенным статьям;
- вычисление доли фонда рабочего времени для каждой функции в общих зарплатных издержках;
- распределение не прямых (косвенных) затрат пропорционально основной заработной плате, которая приходится на каждую функцию.

На основе стоимостного анализа строится диаграмма, позволяющая:

- визуализировать распределение расходов между функциональными блоками;
- определить направления оптимизации издержек для повышения эффективности работы отдельных подразделений и всей организации в целом.

Таким образом, данный подход обеспечивает комплексную оценку эффективности изменений организационной структуры компании с целью выявления резервов для улучшения ее экономической результативности, а также дает возможность сравнения фактических результатов с предыдущими для определения степени эффективности осуществленных изменений [11].

Для наглядной иллюстрации эффективности функционально-стоимостного анализа рассмотрим гипотетический кейс — применение метода в отделе логистики среднего производственного предприятия.

На первом этапе команда аналитиков идентифицировала основные функции: организация складирования, управление поставками, документооборот, взаимодействие с транспортными подрядчиками и контроль затрат. С помощью экспертного ранжирования была выявлена ключевая функция — обеспечение своевременности поставок. При этом на неё приходилось лишь 16 % затрат, тогда как на документооборот — 31 %, несмотря на его вторичную значимость. Это противоречие дало повод для пересмотра распределения ресурсов внутри отдела.

После детализации издержек и построения диаграммы стоимости стало очевидно, что основные «точки утечки» бюджета связаны с дублирующими функциями документооборота и избыточными согласованиями с подрядчиками. На основе результатов анализа была предложена реорганизация — сокращение этапов бумажного согласования, автоматизация учёта и введение KPI по своевременности отгрузок.

В дальнейшем данные ФСА были интегрированы в систему KPI, а часть показателей — напрямую связана с картой стратегических целей предприятия в формате Balanced Scorecard (BSC). Например, доля просроченных поставок была включена в блок «Внутренние бизнес-процессы», а показатель снижения управленческих затрат — в «Финансовую перспективу». Такой подход позволил связать результаты анализа с системой мотивации сотрудников и стратегическим контролем на уровне руководства.

Пример наглядно демонстрирует, что функционально-стоимостной анализ способен не только выявлять дисбаланс между затратами и функциями, но и служить основой для управленческих решений, интегрируемых в более широкие системы оценки эффективности — как краткосрочной, так и стратегической. Для наглядной иллюстрации эффективности функционально-стоимостного анализа рассмотрим гипотетический кейс — применение метода в отделе логистики среднего производственного предприятия.

На первом этапе команда аналитиков идентифицировала основные функции: организация складирования, управление поставками, документооборот, взаимодействие с транспортными подрядчиками и контроль затрат. С помощью экспертного ранжирования была выявлена ключевая функция — обеспечение своевременности поставок. При этом на неё приходилось лишь 16 % затрат, тогда как на документооборот — 31 %, несмотря на его

вторичную значимость. Это противоречие дало повод для пересмотра распределения ресурсов внутри отдела.

После детализации издержек и построения диаграммы стоимости стало очевидно, что основные «точки утечки» бюджета связаны с дублирующими функциями документооборота и избыточными согласованиями с подрядчиками. На основе результатов анализа была предложена реорганизация — сокращение этапов бумажного согласования, автоматизация учёта и введение KPI по своевременности отгрузок.

В дальнейшем данные ФСА были интегрированы в систему KPI, а часть показателей — напрямую связана с картой стратегических целей предприятия в формате Balanced Scorecard (BSC). Например, доля просроченных поставок была включена в блок «Внутренние бизнес-процессы», а показатель снижения управленческих затрат — в «Финансовую перспективу». Такой подход позволил связать результаты анализа с системой мотивации сотрудников и стратегическим контролем на уровне руководства.

#### Литература:

1. Бахмарева Н. В. Оценка эффективности организационных структур управления // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. — 2010. — № 6. — С. 9–11.
2. Буторин А. М. Оценка эффективности организационной структуры малых промышленных предприятий: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Буторин А. М. / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург, 2021. — 128 с.
3. Влчек, Р. Функционально-стоимостной анализ в управлении: сокр. пер. с чеш. / Р. Влчек. — М.: Экономика, 1986. — 178 с.
4. Грубич Т. Ю. Обзор методов оценки эффективности организационной структуры предприятия с позиции финансово-хозяйственной деятельности / Грубич Т. Ю. // Парадигмы современной науки. — 2017. — № 2 (4). — С. 79–86
5. Менжерес, В. Н. Критерии эффективности организационных структур в рыночной среде / В. Н. Менжерес, В. И. Рябуха; М-во общ. и проф. образования РФ. Саратов. гос. техн. ун-т. — Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2019. — 108 с.
6. Остроухов В. М. Методология оценки эффективности организационных структур предприятия / В. М. Остроухов // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. — 2011. — № 4. — с. 731–733.
7. Попова Л. Ф. Эффективная организационная структура как важнейшее условие формирования современной системы управления / Попова Л. Ф. // Наука и общество. — 2015. — № 2 (21). — С. 40–47.
8. Фёдорова Н. Н. Оценка эффективности организационной структуры управления предприятием в процессе адаптации к рынку: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М.: Изд-во Московского гос. технол. ун-та «Станкин», 2000. — 23 с.
9. Янковская, В. В. Оценка эффективности организационных структур управления / В. В. Янковская // Управление в России: проблемы и перспективы. — 2017. — № 1. — С. 32–36.
10. Янчук Д. А. Методические подходы функционально-стоимостного анализа организационной структуры // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] // URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014004068> (дата обращения: 15.02.2025).

Пример наглядно демонстрирует, что функционально-стоимостной анализ способен не только выявлять дисбаланс между затратами и функциями, но и служить основой для управленческих решений, интегрируемых в более широкие системы оценки эффективности — как краткосрочной, так и стратегической.

Подводя итоги, выделим, что я произвела краткий анализ девяти подходов (включая функционально-стоимостной анализ) к оценке эффективности изменения организационных структур, каждый из которых по-своему уникален. Различные научные исследователи предлагают осуществлять оценку с разных позиций, в связи с чем, на мой взгляд, актуальные исследования в области оценки эффективности изменения организационных структур демонстрируют необходимость применения комплексного подхода с учетом как элементов функционально-стоимостного анализа, так и финансово-хозяйственных показателей, показателей качества управленческих процессов в их наиболее оптимальном сочетании.

## Реализация концепции корпоративной социальной ответственности китайскими предприятиями (на примере компании «Ванкай Новые Материалы»)

Пань Тиньчжу, помощник генерального директора  
Чжэцзян Ванкай Новые Материалы Ко., Ltd (г. Хайнин, Китай)

Ван Шифа, аспирант  
Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск)

*В данной статье на примере компании «Ванкай Новые Материалы» осуществлен системный анализ реализации китайскими предприятиями концепции корпоративной социальной ответственности в четырех аспектах: экономическом, юридическом, этическом и филантропическом. На основании исследования эмпирических данных продемонстрировано, как частные предприятия реализуют данную концепцию посредством внедрения инноваций в технологический процесс, применения зеленого производства, защиты прав сотрудников и участия в социальных благотворительных проектах. Даны рекомендации по оптимизации применения соответствующей стратегии. Изучение опыта компании «Ванкай Новые Материалы» показало, что, благодаря интеграции науки, образования и производства, инвестированию в экологию и трудоустройству людей с ограниченными возможностями, предприятие добилось высоких результатов в экономической и социальной сферах. Опыт данной компании представляет пример успешной реализации концепции корпоративной социальной ответственности и может быть принят за основу другими китайскими предприятиями.*

**Ключевые слова:** корпоративная социальная ответственность, «Ванкай Новые Материалы», экономическая ответственность, юридическая ответственность, этическая ответственность, филантропическая ответственность.

### Введение

Корпоративная социальная ответственность (Corporate Social Responsibility, сокращенно — CSR) как ключевой элемент устойчивого развития предприятия в последние годы получила широкое внимание на глобальном уровне. С быстрым подъемом китайской экономики и повышением ее международного статуса роль китайских предприятий в глобальной цепочке поставок становится все более важной. Корпоративная социальная ответственность не только касается имиджа предприятия и долгосрочной конкурентоспособности, но и оказывает глубокое влияние на устойчивое развитие общества. Китайская компания «Ванкай Новые Материалы», будучи в стране лидером по производству полиэфирных материалов, при стремлении к высокой экономической эффективности активно реализует концепцию корпоративной социальной ответственности, добиваясь значительных результатов в разных ее сферах и представляя ценный опыт для других китайских предприятий.

Цель настоящей статьи — посредством всестороннего анализа опыта компании «Ванкай Новые Материалы» обобщить способы и модели реализации концепции корпоративной социальной ответственности китайскими частными предприятиями, а также предложить теоретические и практические рекомендации для ее внедрения.

### Теоретические основы и методы исследования

#### *Теоретические основы корпоративной социальной ответственности*

Понятие корпоративной социальной ответственности (Corporate Social Responsibility) появилось в 20-х годах XX века.

В 1923 году британский ученый Оливер Шелдон (Oliver Sheldon) впервые предложил понятие «корпоративная социальная ответственность» в своей книге «Философия управления». Он связал корпоративную социальную ответственность с обязанностью руководителей компаний удовлетворять различные человеческие потребности как внутри, так и вне отрасли и считал, что она включает в себя моральные факторы. После того как Оливер Шелдон предложил это понятие, оно получило теоретическое и практическое осмысление в дальнейших исследованиях. В 1953 году Ховард Боуэн (Howard R. Bowen), известный как «отец корпоративной социальной ответственности», опубликовал книгу «Социальная ответственность бизнесмена», в которой писал, что предприниматели, помимо стремления к прибыли, принятия решений и соблюдения законов, должны руководствоваться целями и ценностями общества. Данный тезис лег в основу современных исследований корпоративной социальной ответственности.

В результате многолетнего развития этой концепции сформирована ее целостная теоретическая система. В настоящее время широкое признание получила «пирамида» корпоративной социальной ответственности Арчи Кэрролла, которая имеет четыре ступени: экономическую, юридическую, этическую и филантропическую. Экономическая ответственность составляет основу деятельности предприятия, требуя от него получения прибыли посредством законной деятельности и создания благосостояния для акционеров и общества. Юридическая ответственность предполагает соблюдение предприятием законодательства, уплату налогов, защиту прав и интересов работников и т. д. Этическая ответственность касается морального аспекта деятельности, включающего честную конкуренцию, защиту окружающей среды, уважение прав

человека и т. д. Филантропическая ответственность подразумевает добровольный вклад предприятия в социальные благотворительные проекты, такие как пожертвование, волонтерская деятельность и т. д. Эти четыре уровня взаимосвязаны и образуют целостную систему корпоративной социальной ответственности.

#### *Материал и методы исследования*

В данной работе используется метод кейсового анализа (case-study). Объектом исследования выступает компания «Ванкай Новые Материалы». На основе ее годовых отчетов, отчетов о социальной ответственности, информации с официального сайта и материалов СМИ систематизируется и анализируется опыт компании в области экономической, юридической, этической и филантропической ответственности. Интервьюирование руководства компании, сотрудников и заинтересованных сторон позволило получить более широкую информацию, что обеспечило разноаспектность и точность исследования.

#### **Общие сведения о компании «Ванкай Новые Материалы»**

Компания «Ванкай Новые Материалы» была основана в марте 2008 года и стала ведущим китайским предприятием в сфере разработки, производства и продажи новых материалов — безопасных, экологических и высококачественных. Она расположена в одном из самых экономически развитых регионов Китая — в новом районе Цзяньшань города Хайнин (провинция Цзянсу). На сегодняшний день ее годовой объем производства бутылочных преформ составляет 3 млн т в год, что делает компанию одним из мировых лидеров в данной области. География реализации продукции охватывает свыше ста стран и регионов. Компания является представителем «китайского производства» в сфере изготовления ПЭТ-бутылок. 29 марта 2022 года она официально вышла на Шэньчжэньскую фондовую биржу, публично разместив свои акции под кодом 301216. Благодаря высокому качеству производимой продукции, внедрению технологических инноваций и масштабному производству вошла в такие рейтинги, как «Топ-500 частных производственных предприятий Китая», «Топ-500 частных предприятий Китая по внешней торговле», «Известные торговые марки Чжэцзяна», «Экспортные бренды Чжэцзяна» и др.

#### **Анализ опыта реализации концепции корпоративной социальной ответственности компанией «Ванкай Новые Материалы»**

##### *Экономическая ответственность*

*Технологические инновации как двигатель развития.* Компания «Ванкай Новые Материалы» всегда считала технологические инновации ядром своего развития и по-

стоянно увеличивает инвестиции в данную область. Она сформировала целостную систему исследований и разработок, обладает высококвалифицированной исследовательской группой и сотрудничает с научными институтами и университетами, такими как Шанхайский институт органической химии Китайской академии наук и Тяньцзиньский университет, в области интеграции науки, образования и производства для совместного решения технологических проблем. В последние годы компания добилась значительных успехов в повышении свойств полиэстерных материалов и разработке новых полиэстерных материалов.

Вместе с тем успешная разработка инновационных продуктов и процессов (включая ПЭТ для солнечных панелей, биосинтезированный фурановый полиэфир и технологию химической переработки ПЭТ-материалов) расширила области применения продукции и сформировала новые источники дохода для предприятия. Так, самостоятельно разработанные компанией технологии этерификации изофталевой кислоты (ИРА) и низкотемпературной полимеризации позволили повысить производительность и снизить энергопотребление. В 2024 году дочерняя компания «Капчи» с производственной мощностью 40 тыс. т гибких полиэстерных установок добилась стабильного производства ПЭТГ для пленок и ПЭТ для листов, получив выручку в 392 млн юаней, что выше на 68,19 % по сравнению с предыдущим периодом, и чистую прибыль в 8,4164 млн юаней, увеличившуюся на 125,23 % [1].

*Расширение производственных мощностей и рынков.* В условиях жесткой рыночной конкуренции компания «Ванкай Новые Материалы» активно расширяет производственные мощности и рынки. На внутреннем рынке предприятие постоянно оптимизирует производственную географию, а строительство завода в Чундине позволило дополнительно увеличить производственные мощности и возможности охвата рынка. Вместе с тем оно интенсивно осваивает международные рынки, создавая логистические хабы в Индонезии, Центральной Азии и других регионах, а также реализуя проект по строительству завода в Нигерии, изготавливающего полиэстерные бутылочные преформы, с производственной мощностью 300 тыс. т и завода в Индонезии с производственной мощностью 750 тыс. т. В 2024 году доходы компании от зарубежных операций составили 6,239 млрд юаней, что выше на 11,61 % по сравнению с предыдущим периодом, и их доля в общей выручке выросла до 36,21 %. Благодаря расширению производственных мощностей и рынков компания не только увеличила собственные объемы, но и создала больше возможностей для развития смежных отраслей, способствуя процветанию региональной экономики [2].

##### *Юридическая ответственность*

*Законное ведение бизнеса и корпоративное управление.* Компания «Ванкай Новые Материалы» придает большое значение законному ведению бизнеса и создала целостную

структуру корпоративного управления и систему внутреннего контроля. Она строго соблюдает законодательство, в полном объеме уплачивает налоги, своевременно раскрывает финансовую информацию, обеспечивая прозрачность и законность своей деятельности. При принятии важных решений задействуются контрольные функции совета директоров и наблюдательного совета, что гарантирует защиту интересов акционеров. Кроме того, компания оперативно реагирует на требования регулирующих органов, постоянно совершенствует внутренние управленческие системы и повышает уровень управления с соблюдением законов. Например, в условиях усиления экологического регулирования компания добровольно модернизировала оборудование, что позволило обеспечить нулевой выброс всех загрязняющих веществ и избежать штрафы за нарушения.

*Защита интеллектуальной собственности.* Являясь высокотехнологичным предприятием, компания «Ванкай Новые Материалы» осознает важность защиты интеллектуальной собственности, делая упор на разработку технологий и регистрацию собственной интеллектуальной собственности: на данный момент владеет 112 патентами, в том числе 32 изобретениями. В процессе разработки инновационных продуктов уделяется большое внимание управлению интеллектуальной собственностью, что позволяет предотвратить утечку технологий и нарушение авторских прав. Для защиты прав на интеллектуальную собственность компания использует юридические механизмы для борьбы с нарушением патентного законодательства и создает благоприятную правовую среду для инновационного развития предприятия.

#### *Этическая ответственность*

*Зеленое производство и защита окружающей среды.* Отрасль производства полиэфиров, как традиционная промышленная сфера, сталкивается с серьезными экологическими вызовами. Компания «Ванкай Новые Материалы» активно внедряет принципы экологически ориентированного производства, интегрируя в свою деятельность меры по энергосбережению, снижению выбросов и чистое производство. Она увеличивает инвестиции в экологию, внедряет передовое экологическое оборудование и технологии для эффективного управления выбросами газа, сточными водами и отходами производства. Например, использование передовых технологий очистки сточных вод позволяет достичь нулевого выброса и их рециркуляции; оптимизация производственных процессов снижает энергопотребление и выбросы парниковых газов.

*Защита прав и интересов сотрудников.* Сотрудники являются ключевым активом для развития предприятия, поэтому компания «Ванкай Новые Материалы» придает большое значение защите их прав и интересов. Здесь создана эффективная система оплаты труда и льгот, где сотрудники находятся в конкурентных условиях и получают всестороннюю социальную поддержку, включая

пять видов социального страхования и пенсионный фонд, оплачиваемый ежегодный отпуск, праздничные выходные и т. д. При этом компания уделяет значительное внимание планированию карьерного роста сотрудников, предоставляя им широкие возможности для развития посредством внутреннего обучения, повышения по службе и других механизмов.

В сфере охраны труда компания совершенствует систему производственной безопасности для сотрудников и обеспечивает им комфортные условия труда. Кроме того, организуются различные мероприятия для работников, что обогащает их досуг и укрепляет чувство сплоченности коллектива. Так, регулярно проводятся корпоративные спортивные мероприятия, способствующие формированию благоприятного корпоративного климата.

#### *Филантропическая ответственность*

*Благотворительность.* Компания «Ванкай Новые Материалы» активно участвует в социальных благотворительных проектах, включая пожертвования и волонтерскую деятельность.

В сфере образования, с целью углубления подготовки высококвалифицированных и научных кадров, компания в апреле 2023 года основала Фонд наград «Ванкай Новые Материалы» в объеме 2 млн юаней. Этот фонд продолжает сохранять свою значимость как ключевой элемент в подготовке научных кадров. Руководствуясь долгосрочными стратегическими целями, предприятие ежегодно жертвует 100 тыс. юаней Шанхайскому институту органической химии Китайской академии наук, тем самым финансируя данный фонд, который используется для стимулирования талантливых студентов-аспирантов Института материаловедения и инженерии Нинбо Китайской академии наук. Целью данной деятельности компании является подготовка будущих лидеров в области научных исследований.

В сфере борьбы с бедностью компания активно участвует в проектах адресной помощи нуждающимся, жертвуя материальные средства для слаборазвитых регионов и помогая малоимущим семьям выбраться из трудного финансового положения за счет трудоустройства. В сентябре 2024 года направила 50 тыс. юаней благотворительному фонду города Хайнин. Она оказывает материальную помощь сотрудникам и продолжает волонтерскую работу в благотворительном фонде.

*Поддержка занятости инвалидов.* Компания «Ванкай Новые Материалы» особое внимание уделяет занятости отдельных групп населения, в частности проблеме трудоустройства людей с ограниченными возможностями. Она сотрудничает с местными организациями инвалидов, реализует проекты профессионального обучения и предлагает рабочие места в соответствии с их физическими возможностями и компетенциями. Что касается рабочей среды и оборудования, компания адаптирует их для инвалидов, обеспечивая комфортные условия труда. Благодаря поддержке занятости инвалидов предприятие не только

помогает им реализовать свои личные потребности, но и вносит вклад в гармоничное развитие общества.

### *Результаты реализации концепции*

*Повышение экономической эффективности.* Благодаря технологическим инновациям, расширению производственных мощностей и освоению международных рынков компания «Ванкай Новые Материалы», реализуя экономическую ответственность, добилась значительного повышения прибыльности производства. Объем выручки и прибыль компании постоянно растут, доля на рынке увеличивается. В 2024 году, несмотря на спад в отрасли, компания продемонстрировала финансовую устойчивость, достигнув общей выручки в 17,232 млрд юаней и сохранив лидерство на рынке. При этом результаты внедрения технологических инноваций трансформировались в реальную производительность, что дало новые источники прибыли и повысило ее конкурентоспособность.

*Улучшение социального имиджа.* Реализация юридической, этической и филантропической ответственности способствовала закреплению положительного социального имиджа компании «Ванкай Новые Материалы». Законное ведение бизнеса и защита интеллектуальной собственности позволили предприятию заслужить признание со стороны государственных органов и общества. Использование зеленого производства и защита окружающей среды получили положительные отзывы экологических организаций и широкой общественности. Забота о сотрудниках и защита их прав укрепили лояльность и чувство сплоченности сотрудников. Филантропические мероприятия, такие как социальные пожертвования и поддержка занятости инвалидов, повысили общественное признание компании. Положительный социальный имидж помог компании привлечь больше клиентов, партнеров и талантливых специалистов, заложив прочную основу для устойчивого развития предприятия.

### *Выводы*

*Стратегическое управление как ключевой элемент развития предприятия.* Компания «Ванкай Новые Материалы» интегрировала социальную ответственность в корпоративные стратегические планы, обеспечив их эффективное выполнение на уровне проектирования. Китайские предприятия должны осознавать взаимосвязь корпоративной социальной ответственности и целей предприятия, внедряя ее в свою стратегию развития. Четкое планирование в реализации концепции корпоративной социальной ответственности позволит гарантировать системность и устойчивость социальной деятельности предприятия.

*Инновации как движущая сила.* Технологические инновации не только являются основным инструментом реализации экономической ответственности, но и поддерживают предприятие в выполнении обязательств, связанных с другими сферами корпоративной социальной

ответственности. Компании должны увеличивать инвестиции в исследования и разработки, укреплять сотрудничество между наукой, образованием и производством, стимулировать технологические инновации. Внедрение инноваций способствует снижению энергопотребления и выбросов, обновлению продукции, оптимизации услуг, одновременно увеличивая экономическую эффективность предприятия и внося значительный вклад в устойчивое развитие общества.

*Участие заинтересованных сторон как гарантия защиты их интересов.* Реализация концепции корпоративной социальной ответственности затрагивает множество заинтересованных сторон. Предприятия должны укреплять коммуникацию и сотрудничество с государственными органами, сообществами, сотрудниками, клиентами, поставщиками и другими заинтересованными сторонами, знать об их потребностях, оперативно реагировать на трудности, возникающие в ходе работы с ними, и совместно реализовывать принципы корпоративной социальной ответственности. Например, в сфере экологической защиты необходимо сотрудничать с государственными природоохранными ведомствами, внедрять и контролировать зеленое производство; в вопросах защиты прав сотрудников — учитывать их мнение, совершенствовать систему льгот и программу карьерного роста.

### **Заключение**

В ходе исследования на примере компании «Ванкай Новые Материалы» проведен глубокий анализ реализации концепции корпоративной социальной ответственности китайскими предприятиями. Было выявлено, что в сфере экономической ответственности рост масштабов и эффективности производства компании «Ванкай Новые Материалы» происходит за счет внедрения технологических инноваций и освоения рынков. В сфере юридической ответственности предприятие строго соблюдает законодательные нормы, что гарантирует соответствие его деятельности установленным требованиям. В сфере этической ответственности активно заботится об охране окружающей среды и обеспечивает защиту прав и интересов сотрудников, развивая гармоничные взаимоотношения с обществом и окружающей средой. В сфере филантропической ответственности реализует социальные благотворительные проекты, оказывает помощь в трудоустройстве людей с ограниченными возможностями. Реализация принципов корпоративной социальной ответственности позволила компании «Ванкай Новые Материалы» добиться значительных результатов в экономической и социальной сферах. Ее опыт служит образцом для внедрения данной концепции на других китайских предприятиях.

### **Перспективы**

Несмотря на значительные достижения китайских предприятий в сфере корпоративной социальной ответ-

ственности, они все еще сталкиваются с различными проблемами, такими как слабое осознание необходимости реализации принципов данной концепции, нерегулярное раскрытие информации о выполнении требований в рамках данной деятельности и т. д. Китайские компании обязаны углублять понимание принципов корпоративной социальной ответственности, внедрять ее во все аспекты деятельности. Государству необходимо совершенствовать законодательство в данной сфере и разрабатывать стимулирующие меры, усилить контроль за выпол-

нением соответствующих обязательств предприятиями. Общественные организации должны выполнять роль посредника, способствуя коммуникации и сотрудничеству между предприятиями и заинтересованными сторонами. Кроме того, компаниям следует активно участвовать в разработке международных стандартов корпоративной социальной ответственности, расширять и углублять свое присутствие и влияние в данном направлении деятельности на международной арене, внося свой вклад как китайских предприятий в глобальное устойчивое развитие.

#### Литература:

1. Чжэцзян Ванкай Новые Материалы Ко., Ltd: отчет об устойчивом развитии за 2024 год. — 2025. — Апр. — URL: [https://www.emis.cn/php/company-profile/CN/Wankai\\_New\\_Materials\\_CoLtdWankai\\_New\\_Materials\\_CoLtd\\_\\_\\_en\\_13396852.html](https://www.emis.cn/php/company-profile/CN/Wankai_New_Materials_CoLtdWankai_New_Materials_CoLtd___en_13396852.html)
2. «Мелкие частицы» смело бросаются в «большой мир» // Комитет КПК города Цзяцин и Народное правительство города Цзяцин. — 2024. — 10 нояб. — URL: [https://www.jiaxing.gov.cn/art/2024/11/10/art\\_1578777\\_59652879.html](https://www.jiaxing.gov.cn/art/2024/11/10/art_1578777_59652879.html)

## Полигонные технологии как инструмент повышения эффективности организационной структуры Центральной дирекции управления движением

Подгорнова Ксения Сергеевна, студент магистратуры;  
Макаренко Алёна Германовна, студент магистратуры  
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

Организационная структура предприятия представляет собой систему взаимосвязей между подразделениями и сотрудниками, определяющую распределение управленческих задач, обязанностей и полномочий. Оптимальная структура позволяет предприятию эффективно взаимодействовать с внешней средой, рационально распределять и направлять усилия персонала и, таким образом, удовлетворять потребности клиентов, повышать конкурентоспособность и достигать своих стратегических целей.

Современные условия ведения бизнеса требуют постоянного совершенствования организационных структур. Это связано с увеличением конкуренции, ускорением технологических изменений и необходимостью адаптации к новым рыночным условиям. Поэтому задача повышения эффективности организационной структуры становится актуальной для большинства российских компаний.

Внедрение современных технологий и методов управления, таких как централизация или децентрализация, специализация функций, упрощение процессов, развитие горизонтальных связей и автоматизация, помогают повысить гибкость компаний и их способность оперативно реагировать на внешние и внутренние вызовы.

Освоение возрастающих объемов с заданными параметрами качества перевозочного процесса требует новых подходов в организации эксплуатационной работы. Одним из основных требований к обеспечению перевозочного

процесса стало удовлетворение запросов клиентов железнодорожного транспорта, что в грузовом движении обеспечивается организацией продвижения грузов по установленным маршрутам с согласованным временем отправления и прибытия, по специализированным расписаниям, ускоренными контейнерными поездами и другими прогрессивными технологиями. Ключевой инициативой является развитие сквозных принципов управления движением поездов от мест зарождения грузопотоков до станций массовой выгрузки.

«Полигоном управления перевозочным процессом» (полигоном) называется совокупность участков сети, имеющих единую технологию работы тягового подвижного состава, идентичную инфраструктуру, зарождение и завершение производственных циклов при обслуживании общих пассажиро- и грузопотоков с максимальным транспортно-логистическим эффектом [3].

Переход на полигонную технологию требует оптимизации структуры управления, позволяющей ликвидировать противоречия на междорожных стыковых пунктах, минимизации потерь во взаимодействии подразделений функциональных филиалов.

Серьезным преобразованием в новых условиях подвела технология управления тяговыми ресурсами. В рамках реализации сквозных технологий организации движения поездов получили развитие полигонные принципы управления тягой. Начиная с 2012 года поэтапно

были созданы семь специализированных центров управления тяговыми ресурсами на полигонах (ЦУТР) в составе Управления по тяговым ресурсам с местом нахождения в Иркутске, Ярославле, Ростове-на-Дону, Новосибирске, Самаре, Санкт-Петербурге и Москве. В дальнейшем ЦУТРы были объединены под единое руководство в границах основных маршрутов следования вагонопотоков. Таким образом в настоящее время на сети железных дорог функционируют 4 ЦУТРа: на октябрьском (Санкт-Петербург), московском (Москва), северо-западном (Екатеринбург) и юго-западном (Самара) полигонах.

Они обеспечивают координацию и диспетчерское руководство работой локомотивов и локомотивных бригад, ремонтом тягового подвижного состава, но уже в современных, более широких границах, которые диктуются географией перевозок, с одной стороны, и требованиями к эффективности использования тяговых ресурсов — с другой.

Новая организационная структура ЦУТРов позволила оптимизировать тяговые плечи обслуживания, минимизировать стоянки в пунктах оборота, увеличить время полезной работы локомотивов.

Отработанная модель организации движения локомотивного парка легла в основу реализации пилотного проекта — образования Центра управления перевозками на восточном полигоне (ЦУП ВП) — подразделения органа управления Центральной дирекции управления движением, который был открыт в Иркутске в конце 2016 года.

В ЦУП ВП были переданы из региональных дирекций управления движением восточного полигона функции по разработке графика движения и плана формирования поездов, организации планирования и предоставления технологических «окон», сменно-суточному планированию, оперативному управлению перевозками на принципах логистики, а также управлению тяговыми ресурсами ЦУТР ВП.

В июне 2017 года в Иркутске сосредоточено диспетчерское управление в границах двух железных дорог — Восточно-Сибирской и Забайкальской.

В рамках развития вертикали управления движением с 1 января 2019 г. начала функционировать Дирекция управления движением на восточном полигоне на правах структурного подразделения Центральной дирекции управления движением, созданная в результате упразднения Восточно-Сибирской и Забайкальской дирекций управления движением, а также ЦУП ВП, с передачей ей функций и штатной численности упраздненных подразделений.

Образованная организационная структура управления движением на восточном полигоне имела нетиповую конфигурацию, заметно выделяющуюся среди остальных дирекций управления движением.

Данные мероприятия были направлены на создание единого технологического пространства на всем направлении следования грузопотоков, обеспечение максимальной эффективности и качества управления перевозочным процессом на принципах единоначалия,

централизацию технологических, трудовых и материальных ресурсов.

Тем не менее, результаты работы в 2019 году наглядно показали определенные слабые места, особенно касающиеся вопросов взаимодействия между подразделениями функциональных филиалов производственного блока и железными дорогами.

С целью формирования сбалансированной организационно-функциональной структуры управления перевозками на восточном полигоне в рамках проводимых мероприятий по результатам работы Технико-технологического совета на базе Дирекции управления движением на восточном полигоне в конце 2020 года созданы на правах структурных подразделений Центральной дирекции управления движением:

Центр управления перевозками на восточном полигоне с местом нахождения в г. Иркутск, Восточно-Сибирская и Забайкальская дирекции управления движением.

Целью реформирования структуры оперативного управления перевозками на железных дорогах ОАО «РЖД» являлось достижение максимального соответствия этой структуры поставленным задачам управления.

Внедрение полигонной технологии позволяет повысить эффективность перевозочного процесса по следующим составляющим:

- обеспечение рациональной загрузки направлений и оптимизации подвода поездов;
- обеспечение сквозного сменно-суточного планирования на полигоне;
- организация централизованного диспетчерского управления;
- повышение эффективности управления тяговыми ресурсами и вагонными парками;
- оптимальное предоставление «окон» в единых технологических створах для ремонта инфраструктуры.

«Полигон» — это не только модель диспетчерского управления. Это понятие несет в себе более широкий смысл. В основе полигонной технологии лежат принципы унификации инфраструктуры, управления тяговым подвижным составом и вагонными парками, обеспечения согласованного развития пропускной и провозной способности. Такой подход позволяет достичь максимальных эффектов, устранить «барьерные места», дает возможность повысить эффективность перевозочного процесса.

Аналогичные подходы в части диспетчерского управления движением поездов, могут быть тиражированы и в западной части территории Российской Федерации, где мы имеем два мощных транспортных коридора, на которых сконцентрированы основные грузопотоки в направлении портов Северо-Запада и Азово-Черноморского бассейна.

Это позволит организовать сквозной пропуск поездов с установлением единых весовых норм, существенно сократить количество стоянок на технических станциях и непроизводительные расходы в пути следования, а также оптимизировать основные производственные

мощности — локомотивные и вагонные депо, пункты технического и коммерческого осмотра.

При этом отличительной особенностью северо-западного и юго-западного полигонов являются гораздо более разветвленная сеть железных дорог, значительная концентрация местной работы, интенсивное пассажирское дви-

жение, что в определенной степени оказывает влияние на выбор оптимальной организационно-функциональной модели управления.

В этих условиях очень важно обеспечить баланс между перевозками грузов, пассажиров и ремонтно-строительными работами по оздоровлению инфраструктуры.

#### Литература:

1. Набоков В. И. Основы менеджмента: учебник. — М.: ИТК «Дашков и Ко», 2023.
2. Сандермоен Ш. Организационная структура: Реализация стратегии на практике. Пер с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2020.
3. Методика определения границ полигонов управления перевозочным процессом с учетом принципов клиентоориентированности, а также технических, технологических, организационных, социальных и других факторов от 14.04.2017 № 612.



# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 34 (585) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 09.09.2025. Дата выхода в свет: 16.09.2025.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.