

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



**46** 2023  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 46 (493) / 2023

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  
Рахонов 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 Дилшода 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)

---

---

**Н**а обложке изображен *Николай Николаевич Дроздов* (1937), ученый, телеведущий, доктор биологических наук.

Николай Дроздов родился 20 июня 1937 года в Москве. Мальчик рос в интеллигентной семье. Его отец был профессором 2-го Медицинского института, а мать работала терапевтом в 5-й городской больнице. Прапрадед по материнской линии участвовал в Бородинской битве и был ординарцем самого полководца Кутузова. Двоюродный прапрадед по отцу — митрополит Филарет, запомнившийся современникам особой простотой и незаурядным умом, — был причислен к лику святых.

Юный Николай начал интересоваться живой природой с самого раннего возраста. Уже в 6 лет Дроздов вполне неплохо ездил верхом. Любовь к лошадям была у юного Коли настолько сильной, что он искренне хотел стать... кентавром! Мальчик упрашивал отца сделать ему операцию, чтобы стать полулошадью.

После школы Николай поступил на биологический факультет МГУ. Именно там он познакомился с Владимиром Познером, с которым до сих пор поддерживает дружеские отношения.

Как-то во время учёбы Дроздов сильно поругался с отцом. После этого он решил уйти из университета и начать зарабатывать себе на жизнь самостоятельно. Николай пошёл учиться на портного. После окончания курсов ученики должны были сшить пиджак или пальто, чтобы им дали разряд. Дроздов так хорошо сшил пальто, что ему сразу присудили 7-й разряд из 8-ми возможных.

Однако спустя пару лет Николай всё-таки решил вернуться к учёбе, правда, уже на географический факультет, который он окончил с красным дипломом.

На экранах Дроздов впервые появился в 1968 году, когда его пригласили в передачу «В мире животных» в качестве научного консультанта. Зрителям так понравился остроумный и харизматичный Николай Николаевич, что у создателей передачи не оставалось иного выхода, как в 1977 году сделать его ведущим. На этой должности Дроздов проработал более сорока лет.

Однажды во время съёмки очередной серии передачи «В мире животных» Николая Дроздова укусила гадюка. Но ведущий продолжил съёмку и потом ещё несколько дней увлечённо наблюдал за тем, как в его руке происходят пугающие метаморфозы. Однако в «Останкино» Дроздов столкнулся с Еленой Малышевой, которая ужаснулась, увидев руку своего коллеги. Она потребовала, чтобы тот незамедлительно отправился в институт Склифосовского.

Там ведущего тут же положили в реанимацию и спасли ему жизнь.

За плечами Николая Николаевича — огромное количество открытий и научных свершений. За свою немалую жизнь Дроздов успел пройти 10-месячную стажировку в Австралии, исследовать вдоль и поперёк Африку, Фиджи, Самоа, Тонга, съездил с экспедициями в самые отдалённые места нашей Родины. В 1979 году он покорил Эльбрус, а в 2002 году совершил высадку на Северный Полюс.

В 2003 году Дроздов участвовал в реалити-шоу «Последний герой». Там он был самым старшим участником (на момент съёмки ему было 66). Однажды он чуть не отравил участников шоу супом из лягушек. Выяснилось, что один из тех, кто помогал его готовить, плохо очистил шкурки, и в блюдо попало некоторое количество яда.

Голосом Дроздова говорит ленивец в мультфильме «Зверополис»; ещё он звучал в мультфильме «В поисках Дори».

Николай Николаевич отлично играет на гитаре и даже записал диск под названием «Вы слышали, как поёт Дроздов?».

Николай Дроздов — профессор, доктор биологических наук, преподаватель географического факультета МГУ. Посещаемость его лекций всегда высокая, студенты нередко сидят прямо на ступеньках аудитории, так как мест, чтобы рассадить всех желающих послушать Дроздова, иногда просто не хватает.

Однажды на его семинаре уснул студент. Дроздов запретил его будить, и оставшиеся 20 минут вел лекцию шепотом.

Николай Николаевич имеет свои секреты долголетия и активной жизни.

— Мой девиз: «Жить позитивно!» Во всем стараюсь видеть хорошее. Нужно на все смотреть не через розовые очки, просто у человека должен быть взгляд на окружающих с позитивной стороны.

— Мясо не ем 37 лет. В Индии увлекся йогой и стал вегетарианцем.

— Каждое утро час делаю зарядку на все группы мышц.

— Залог хорошего настроения — не смотреть новости на ночь. Я соблюдаю режим сна. Ложусь спать до 12 ночи, встаю в 5:55 без будильника.

— Надо любить людей. Только через любовь можно побороть недостатки другого человека.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Алламурадова М. К.**

Инициация в квантовое вычисление: новые перспективы для сложных математических проблем..... 1

**Иламанов Б. Б., Мередов О. А.**

Симметричные функции и многомерные гауссовские случайные величины ..... 2

### ФИЗИКА

**Сафаргалиева Э. М.**

Экспериментальное определение вязкости обратной эмульсии типа «вода в масле» от содержания воды на ротационном вискозиметре ..... 4

**Сафаргалиева Э. М.**

Упрощенная модель расслоения монодисперсной слабоконцентрированной эмульсии ..... 6

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Михайлова Ф. Ф.**

Роль цифровизации образовательного процесса 9

**Протасова М. О.**

Обеспечение сохранности документов на примере Государственного архива Тюменской области..... 11

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Баклыков И. В.**

Результаты сравнения решений теплотехнических задач аналитическим методом и методом конечных элементов ..... 14

**Безносиков Д. И.**

Трубопроводный транспорт высоковязких нефтей ..... 18

**Гончаров И. Е., Соколов И. В.**

Применение бортового комплекса обороны «Витебск» ..... 23

**Nguyen Thanh Hoa, Vu Hoang Hoa**

LCA as a tool in SEA of municipal solid waste management in Vietnam ..... 26

**Оразов Г., Оразов Т. Т., Сейлиев А. А.**

Постоянные времена для катушек индуктивности в цепях постоянного и переменного тока..... 28

**Полунин А. С., Хаметов Р. С.**

Исследование основных типов угроз для БЛА коптерного типа и их классификация ..... 30

**Селюжицкий К. Ю., Смоляков Д. С.**

Беспилотные летательные аппараты: понятие, значение для современности и перспективы развития ..... 34

**Шургин В. А., Великоднев А. С., Третьяков И. Д.**

Современные и перспективные беспилотные летательные аппараты и их разработка..... 37

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

**Байжанов Ж. Б.**

Строительство завода по производству огнеупорного кирпича в Северо-Казахстанской области..... 39

**Злобина А. В.**

Совершенствование управления благоустройством и озеленением территорий муниципального образования ..... 42

**Мамченков В. Д.**  
Особенности строительства в условиях плотной  
городской застройки .....44

## БИОЛОГИЯ

**Лисовская Е. И.**  
Особенности структуры лесных формаций  
бассейна реки Случь ..... 47

## МЕДИЦИНА

**Аль-мамури А. А.**  
Эффективность современных методов  
диагностики инсульта .....50

**Гордикова С. Н., Лущик М. В., Дугушева В. А.**  
Офтальмологические проявления амилоидоза  
и их терапия ..... 57

**Курбанова Ш. И., Юсупхужаева А. М.**  
К методике оценки здоровья населения в связи  
с загрязнением атмосферного воздуха .....59

**Старовойтов С. О., Флотская Д. Р.,  
Гилимьянов М. А., Филиппов В. В.**  
Удовлетворенность пациентов качеством  
оказания скорой медицинской помощи ..... 61

**Тойиров Ф. Т.**  
Интубация без миорелаксанта .....66

# МАТЕМАТИКА

## Инициация в квантовое вычисление: новые перспективы для сложных математических проблем

Алламурадова Мерджен Кеминеевна, преподаватель

Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Открывая двери в мир квантовых вычислений, мы сталкиваемся с беспрецедентными возможностями для разрешения математических задач, которые до сих пор не поддавались классическим компьютерам. Этот обзорный анализ посвящён оценке текущих достижений в области квантовых вычислений и их потенциала в преодолении вычислительных препятствий, актуальных как для математики, так и для смежных научных сфер.

Квантовые вычисления предлагают инновационные подходы благодаря принципам квантовой механики. Использование кубитов открывает путь к одновременному представлению и обработке множества состояний, что позволяет квантовым компьютерам оперативно справляться с задачами, где классические системы терпят неудачу.

Квантовая запутанность усиливает возможности кубитов, позволяя им взаимодействовать на расстоянии, что увеличивает вычислительную мощность и способствует созданию передовых алгоритмов, например, для поиска и оптимизации. Эти инструменты могут кардинально изменить привычные методы решения сложных проблем.

Исследователи в области квантовых вычислений акцентируют внимание на преодолении технических барьеров, таких как коррекция ошибок и устойчивость системы, что необходимо для реализации квантовых компьютеров в широком спектре практических приложений.

Квантовые алгоритмы открывают новые методики для решения традиционно сложных для классических систем вычислительных задач.

Алгоритм Шора, к примеру, предлагает методику для эффективного разложения больших чисел на множители, что ставит под угрозу безопасность современных криптографических систем, таких как RSA, основанных на сложности этой операции для обычных компьютеров.

Алгоритм Гровера обеспечивает ускорение процесса поиска в больших объемах данных, что может радикально изменить методы обработки данных, искусственного интеллекта и машинного обучения.

Применение квантовых алгоритмов предвещает прорывы в многих научных и технических областях. В сфере криптографии, квантовые компьютеры способны выполнять задачи криптоанализа, особенно в системах, основанных на эллиптических кривых, что может потребовать создания новых квантово-устойчивых криптографических протоколов.

В области математической оптимизации квантовые вариации традиционных алгоритмов, таких как симплекс-метод, могут ускорить поиск оптимальных решений, что существенно для исследований операций, экономических наук и управления проектами.

В секторе машинного обучения квантовые методы могут способствовать более эффективному обучению моделей, особенно при обработке больших объемов данных или решении сложных задач оптимизации, как в случае с обучением нейронных сетей.

Квантовые технологии также могут привести к новым открытиям в физике и химии, позволяя точно симулировать квантовые системы, что открывает путь к разработке новых материалов и лекарств с заранее заданными характеристиками.

Однако, несмотря на значительные исследования и разработки, реализация полного потенциала квантовых вычислений предполагает решение сложных инженерных и физических задач, связанных с стабильной работой квантовых компьютеров.

Пример: Симуляция молекул в химии

Задача: Определение грунтового состояния молекул для понимания химических реакций.

Классическое решение: Использование метода функционала плотности (DFT) и других приближённых методов, которые могут быть ограничены при моделировании крупных или сложных систем.

Квантовое решение: Использование алгоритма фазового оценивания для точной оценки энергетических уровней молекулы, позволяет учитывать все квантово-механические эффекты, давая возможность моделировать квантовое состояние молекулы с высокой степенью точности.

Результат: Использование квантового алгоритма предоставляет более точные и детальные данные о молекулярных взаимодействиях, что может привести к открытию новых химических свойств и реакций.

Применение: Этот метод может быть использован для разработки новых фармацевтических препаратов, позволяя на квантовом уровне анализировать взаимодействие молекул, что открывает путь для создания лекарств с заранее заданными свойствами.

Такой подход демонстрирует, как квантовые алгоритмы могут опередить классические методы вычис-

лений, предоставляя мощные инструменты для проведения научных исследований и создания инновационных технологий.

#### Заключение

В заключение обсуждается перспектива квантовых вычислений и их возможное влияние на научное сообщество в обозримом будущем. Рассматривается потенциал квантовых технологий в коренном изменении подходов к решению математических и вычислительных задач, способствующем открытию новых направлений в исследованиях и разработках.

#### Литература:

1. Бабенко, К.И. Основы численного анализа/К.И. Бабенко. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 744 с.
2. Гихман, И.И., Скороход А.В., Введение в теорию случайных процессов. М.: «Наука», 1977 г.
3. Петров, В.В. Суммы независимых случайных величин. — М.: Наука, 2006.
4. Петров, В.В. Предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. — М.: Наука, 2007.
5. Гусак, А.А. Задачи и упражнения по высшей математике. Часть 2/А.А. Гусак. — М.: Вышэйшая школа, 2013. — 384 с.

## Симметричные функции и многомерные гауссовские случайные величины

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;  
Мередов Овезмухаммед Аннанурович, преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

#### Введение

Определение симметричных функций и многомерных гауссовских случайных величин:

— Симметричные функции: Симметричные функции — это математические функции, инвариантные относительно перестановки своих аргументов. Они играют ключевую роль в различных областях математики, включая алгебру, комбинаторику и теорию представлений.

— Многомерные гауссовские случайные величины: Многомерное гауссовское распределение, также известное как нормальное распределение, описывает вектор случайных величин, каждая из которых имеет нормальное распределение. Основным интересом представляет корреляционная структура между этими величинами.

#### Обзор значимости и приложений:

— Статистика: В статистике многомерные гауссовские распределения используются для моделирования взаимосвязей между различными переменными. Симметричные функции находят применение в статистической теории решений и анализе данных.

— Физика: В физике эти концепции важны для описания состояний систем в термодинамике и статистической механике, а также в квантовой механике для описания состояний многих частиц.

— Финансы: В финансах гауссовские случайные величины используются для моделирования изменений цен

на активы и рисков, связанных с инвестициями. Симметричные функции могут быть применены для разработки сложных финансовых инструментов и оценки рисков.

#### Современные методы и технологии

##### Обзор последних исследований и разработок:

— Исследования в области симметричных функций: Акцент на последние теоретические прорывы, включая развитие новых алгоритмов для вычисления симметричных функций и их применений в различных областях. Это может включать разработку новых теоретических подходов к изучению симметричных многочленов и их связей с другими математическими структурами.

— Развитие в области многомерных гауссовских распределений: Обсуждение современных методов в анализе и применении многомерных гауссовских распределений, включая новые техники в оценке параметров, улучшения в численных методах и алгоритмах для обработки больших наборов данных.

#### Примеры применения этих методов в современных научных и инженерных задачах:

— Применение в статистическом анализе: Примеры использования современных методов обработки данных с помощью многомерных гауссовских распределений, например, в машинном обучении, где они используются для классификации и прогнозирования.



— Инженерные приложения: Описание применения этих концепций в инженерии, например, в оптимизации процессов и систем, где симметричные функции и гауссовские распределения помогают в моделировании и анализе сложных систем.

— Физические науки: Исследование использования многомерных гауссовских распределений в физике, особенно в квантовой механике и термодинамике, для моделирования поведения систем частиц.

#### **Анализ и примеры**

Конкретные примеры применения симметричных функций и многомерных гауссовских случайных величин:

— Применение в финансовом анализе: Один из примеров — использование многомерных гауссовских распределений для моделирования взаимосвязей между различными финансовыми инструментами, такими как акции и облигации. Симметричные функции могут применяться для определения оптимальных портфельных стратегий, учитывая корреляцию между активами.

— Применение в статистическом машинном обучении: В этой области многомерные гауссовские распределения используются для моделирования сложных зависимостей в данных. Например, они могут применяться в алгоритмах кластеризации и классификации.

#### **Анализ эффективности и точности этих методов:**

— Оценка эффективности в финансовом анализе: Анализируется, как использование этих методов влияет на точность прогнозов и эффективность инвестиционных стратегий. Сравнение с традиционными методами может показать улучшение в управлении рисками и оптимизации портфеля.

— Оценка точности в машинном обучении: Изучается, как применение многомерных гауссовских распределений улучшает точность моделей машинного обучения, особенно в задачах с большими и сложными наборами данных. Можно сравнить результаты с другими методами обучения для демонстрации улучшений в точности и надежности.

#### **Будущие перспективы и направления развития**

**Обсуждение возможных направлений развития исследований:**

— Расширение теоретических основ: Прогнозируется, что будущие исследования сосредоточатся на дальнейшем развитии и углублении теоретического понимания симметричных функций и многомерных гауссовских распределений. Это может включать исследование новых свойств, обобщений и приложений в различных областях.

— Интеграция с другими математическими дисциплинами: Перспективным направлением является также ин-

теграция симметричных функций и многомерных гауссовских распределений с другими областями математики, такими как топология, теория вероятностей и алгебраическая геометрия.

**Потенциальное влияние новых технологий и научных открытий:**

— Развитие компьютерных технологий: Прогресс в области вычислительной техники и алгоритмов может значительно увеличить возможности по обработке и анализу данных, основанных на многомерных гауссовских распределениях. Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматизации и улучшения аналитических методов также является обещающим направлением.

— Применение в новых областях: Ожидается, что новые технологические и научные достижения расширят применение симметричных функций и многомерных гауссовских распределений в новых областях, таких как квантовые вычисления, нейронаука и биоинформатика.

#### **Заключение**

Подведение итогов исследования, основных выводов статьи:

— Синтез представленной информации: Подведение итогов ключевым аспектам статьи, включая современное состояние исследований в области симметричных функций и многомерных гауссовских распределений, а также их приложения в различных научных и инженерных задачах.

— Основные выводы: Выделение наиболее значимых тематических аспектов, таких как важность этих математических концепций для статистического анализа, финансов, физики и других областей, а также потенциальное влияние будущих исследований и технологических инноваций на развитие этих областей.

**Обсуждение важности исследованных тем для научного сообщества:**

— Вклад в научные знания: Обсуждение, как исследования в этих областях способствуют глубокому пониманию ключевых математических и статистических принципов, а также как они влияют на разработку новых методов и стратегий в различных научных дисциплинах.

— Перспективы для будущих исследований: Подчеркивание потенциала симметричных функций и многомерных гауссовских распределений для стимулирования новых исследований и технологических инноваций, укрепляющих прогресс в науке и инженерии.

#### **Литература:**

1. Бабенко, К.И. Основы численного анализа/К.И. Бабенко. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986. — 744 с.
2. Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов/А. Бакушинский, В. Власов. — М.: Просвещение, 2014. — 336 с.
3. Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие/В. Босс. — М.: Либроком, 2016. — 216 с.

## ФИЗИКА

### Экспериментальное определение вязкости обратной эмульсии типа «вода в масле» от содержания воды на ротационном вискозиметре

Сафаргалиева Элина Маратовна, студент магистратуры  
Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы (г. Уфа)

В статье исследуются реологические свойства модельных эмульсий с точки зрения прогнозирования результирующих свойств образующихся систем в результате производства.

**Ключевые слова:** эмульсия, вязкость, реология, вискозиметр.

Эмульсия часто образуется при добыче углеводородов, когда при подъеме на поверхность происходит смешивание нефти и воды в турбулентном потоке. Образование подобных дисперсных систем может вызывать некоторые проблемы в транспортировке и производстве нефтепродуктов. Сложность и многокомпонентность углеводородов приводит к тому, что образующиеся системы сильно отличаются по своим свойствам. Представляется актуальной задача — исследование модельных систем с простым химическим составом.

В эксперименте объектом исследования являлась обратная эмульсия, то есть «вода в масле», где дисперсионной средой являлось вазелиновое масло, а дисперсионной фазой — вода. Эмульсии были приготовлены путем добавления в смесь вазелинового масла с эмульга-

тором SPAN 80 (сорбитан моноолеат) по капельно воды и последующего перемешивания с помощью верхнеприводной мешалки. В эксперименте исследовались дисперсные системы с массовыми концентрациями в диапазоне от 5 до 50%. Реологические характеристики определялись на ротационном вискозиметре Brookfield DV-II+Pro, работающего по системе CR (контролируемая скорость деформации сдвига). Существенным преимуществом вискозиметра является малый объем, необходимый для проведения эксперимента — 0,5 мл. Все исследования производилось при комнатной температуре — 20°C.

На рисунке 1 представлены кривые течения — зависимости измеренного напряжения сдвига от приложенной скорости деформации сдвига для эмульсий с различной массовой концентрацией.

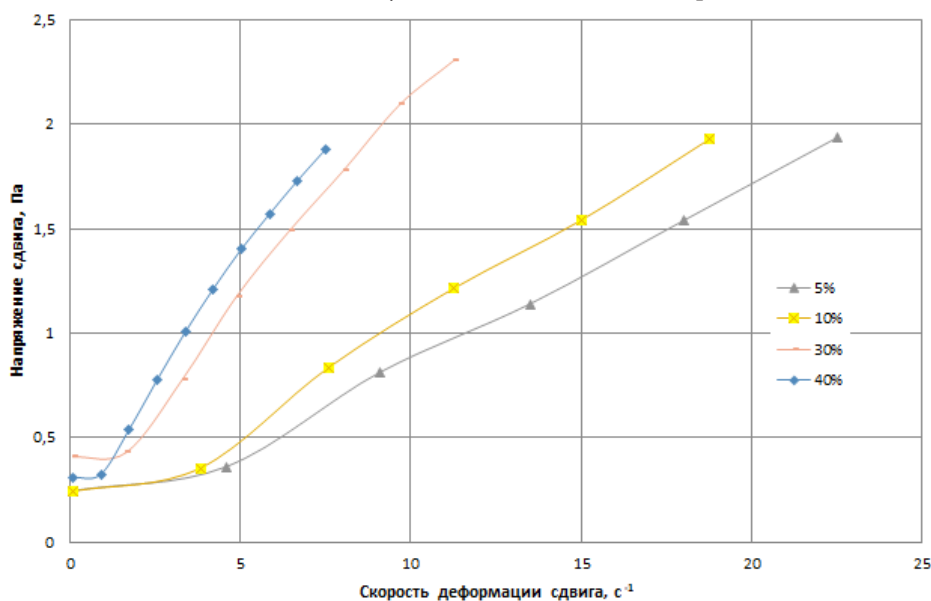


Рис. 1. График сравнения зависимостей напряжений сдвига от скорости деформации сдвига для эмульсий с концентрациями дисперсной фазы 5, 10, 30, 40%

Полученные кривые аппроксимировались в рамках трех реологических моделей: Ньютона (1), Освальда-де Ваале (2) и Бингама-Шведова (3).

$$\tau = \mu \dot{\gamma} \tag{1}$$

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \tag{2}$$

$$\tau = \tau_0 + \mu_{pl} \dot{\gamma} \tag{3}$$

Здесь  $\tau$  — напряжение сдвига, Па;  $\dot{\gamma}$  — скорость деформации сдвига,  $c^{-1}$ ;  $\mu$  — динамический коэффициент вязкости, Па\*с;  $K$  — индекс консистентности,  $n$  — показате-

ль неньютоновского поведения, Па\*с<sup>n</sup>;  $\tau_0$  — предельное напряжение сдвига, Па;  $\mu_{pl}$  — пластическая вязкость, Па\*с. Было выявлено, что степенная модель Освальда-де Ваале не описывает полученные данные. Ньютоновская модель хорошо аппроксимирует результаты экспериментальных исследований до концентраций 40%. Но нарушается естественное требование повышения вязкости эмульсии с увеличением концентрации дисперсной фазы. В качестве основной модели была принята жидкость Бингама-Шведова, которая удовлетворительно описывает экспериментальные данные. Пример для 30% эмульсии показан на рисунке 2.

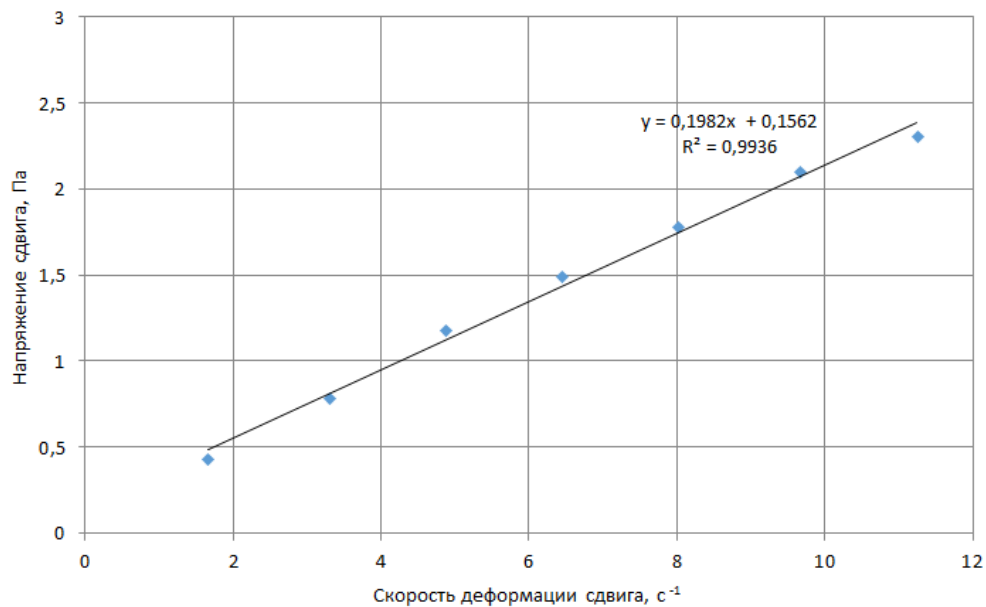


Рис. 2. График зависимости напряжений сдвига от скорости сдвига для эмульсии при 30% концентрации воды

Зависимость пластической вязкости от концентрации дисперсной фазы в эмульсии, показана на ри-

сунке 3 (концентрации 0 соответствует вязкость вазелинового масла).

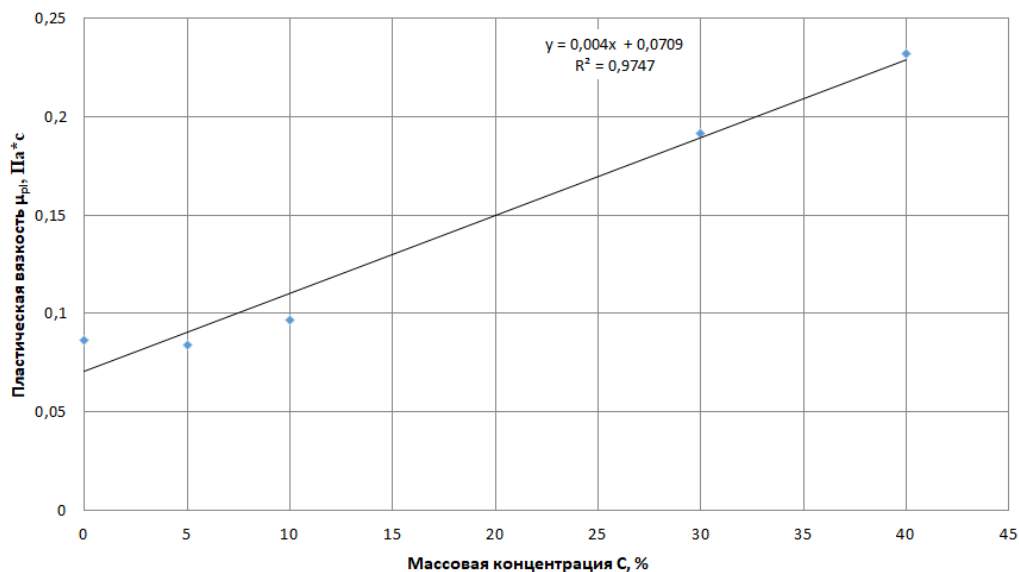


Рис. 3. Зависимость пластической вязкости эмульсии от концентрации дисперсной фазы

При концентрации дисперсной фазы — 50% наблюдается немонотонная зависимость напряжения сдвига от скорости деформации сдвига (рисунок 4).

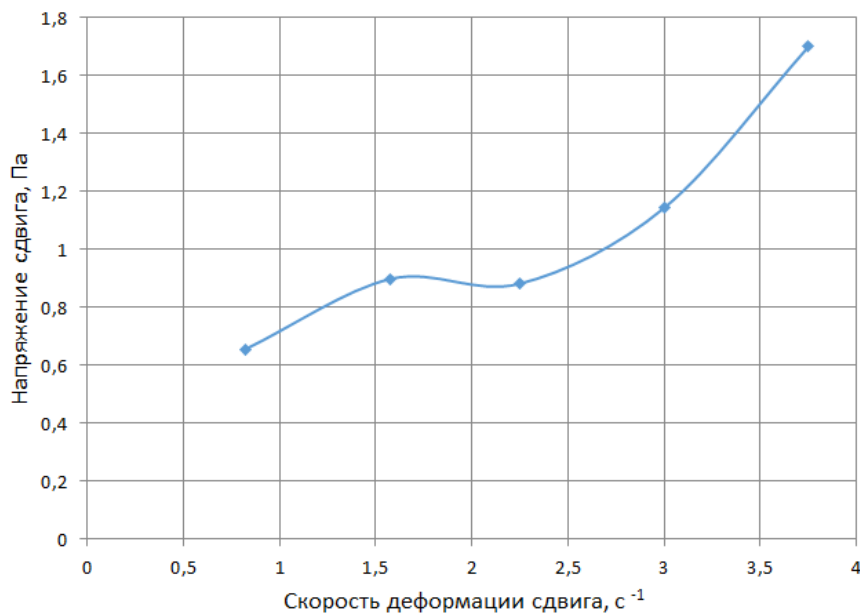


Рис. 4. График зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига для эмульсии с концентрацией дисперсной фазы — 50%

Поведение таких систем до конца не изучено, но имеется научная литература, в которой представлены математические модели подобных систем [1].

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Модельные обратные эмульсии на основе вазелинового масла, эмульгатора SPAN 80 и воды в диапазоне кон-

центраций дисперсной фазы до 40% удовлетворительно описываются моделью Бингама-Шведова.

При высоких концентрациях дисперсной фазы наблюдается немонотонная зависимость напряжения сдвига от скорости деформации сдвига, что связано со сложными процессами структурообразования.

Литература:

1. Худяев, С.И. Пороговые явления в нелинейных уравнениях. — М.:ФИЗМАТЛИТ, 2003–272с.

## Упрощенная модель расслоения монодисперсной слабоконцентрированной эмульсии

Сафаргалиева Элина Маратовна, студент магистратуры  
Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы (г. Уфа)

*В статье автор рассматривает модель расслоения монодисперсной слабоконцентрированной эмульсии. Получена формула для оценки времени полного расслоения эмульсии на составляющие ее фазы.*

*Ключевые слова:* эмульсия, расслоение, вязкость.

Эмульсии широко распространены во многих отраслях промышленности. В одних случаях необходимо, чтобы эмульсия не расслаивалась в течение длительного промежутка времени, в других, наоборот, требуется наискорейшее ее разрушение. Данное обстоятельство об-

уславливает необходимость разработки соответствующих математических моделей.

Будем характеризовать дисперсионную среду ее динамической вязкостью  $\mu_1$ , плотностью  $\rho_1$  и объемом  $V_1$ , а дисперсную фазу плотностью  $\rho_2$ , размером капель



$d$  и объемом  $V_2$ . Для определенности будем полагать, что дисперсная фаза — масло, а дисперсионная среда — вода, т.е. будем рассматривать прямую эмульсию. Геометрия сосуда определяется его высотой  $H$  и площадью поперечного сечения  $S$  (которая является постоянной).

Если принять, что все частицы имеют один размер, тогда общее число капель в эмульсии определяется из следующего соотношения:

$$N = \frac{6V_2}{\pi d^3} \tag{1}$$

Предположение о равномерном распределении дисперсной фазы приводит к тому, что эмульсию можно рассматривать как множество кубических контейнеров, в каждом из которых находится капля и окружающая ее часть дисперсионной среды (рис. 1).

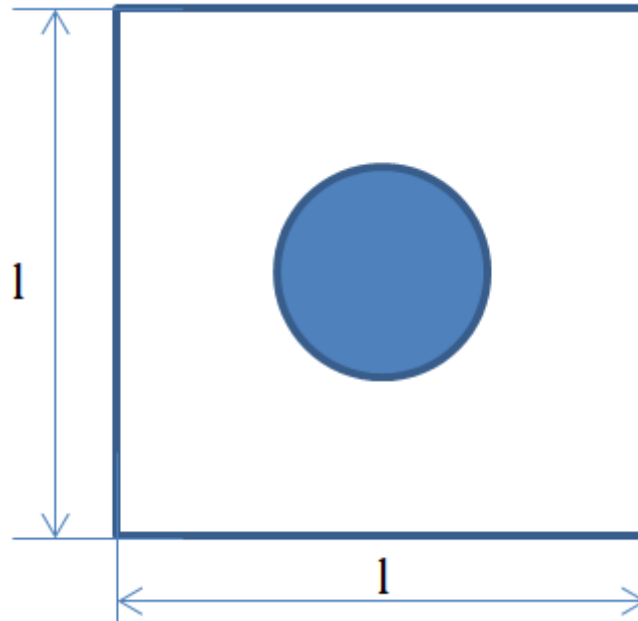


Рис. 1. Элементарная ячейка в эмульсии

Объемная концентрация дисперсной фазы  $c$ :

$$c = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \tag{2}$$

Тогда объем элементарной ячейки  $V_{el}$ :

$$V_{el} = \frac{\pi d^3}{6c} \tag{3}$$

Следовательно, характерный линейный размер элементарной ячейки  $l$ :

$$l = \left(\frac{\pi}{6c}\right)^{\frac{1}{3}} d \tag{4}$$

Тогда количество слоев в эмульсии  $N_1 = H/l$ , а количество ячеек в одном слое  $N_2 = \frac{S}{\left(\frac{\pi}{6c}\right)^{\frac{2}{3}} d^2}$ . Должно

выполняться условие  $N = N_1 \cdot N_2$ . В полученных соотношениях, предполагается, что  $N_1$  и  $N_2$  целые числа.

Рассмотрим случай, когда эмульсия не полностью заполняет сосуд, т.е. имеется воздушная прослойка (хотя ее наличие/отсутствие не влияет на разрушение эмульсии). В процессе расслоения прямой эмульсии будут сосуществовать три фазы: эмульсия, вода, масло (см. рис. 2).

Коалесценция одного слоя капель приводит к увеличению слоя масла на величину  $h$ :

$$h = \frac{\pi N_2 d^3}{6S} \tag{5}$$

Примем, что коалесценция происходит, когда нижний край масляной капли достигнет границы раздела фаз. Следовательно, расстояние, которое пройдет самая пер-

вая капля, составит величину  $s_1 = \frac{l+d}{2}$  (см. рис.1). Для второй капли расстояние будет  $s_2 = s_1 + (l - d)$  и т.д. В общем виде получаем следующее выражение:

$$s_k = \begin{cases} \frac{l+d}{2}, k = 1 \\ \frac{l+d}{2} + (k-1) \cdot (l-d), k > 1 \end{cases} \tag{6}$$

В формуле (6)  $k$  — номер слоя (максимальное значение  $N_1$ ).

Время необходимое для коалесценции  $k$ -го слоя  $t_k$ :

$$t_k = \frac{s_k}{v} \tag{7}$$

Скорость определяется из формулы Стокса

$$v = \frac{\Delta\rho}{18\mu_1} g d^2 \tag{8}$$

где  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ,  $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2$  — разность плотностей.

Время полного расслоения эмульсии:

$$T = \frac{\frac{(l+d)}{2} + (N_1-1) \cdot (l-h)}{v} \tag{9}$$

Полученное выражение отличается от простой оценки  $T = \frac{H}{v}$

С целью удобства проведения расчетов объема  $V_1$  и  $V_2$  можно выразить через объем всей эмульсии в начальный момент времени  $V$  и объемную концентрацию:

$$V_1 = (1 - c) \cdot V \tag{10}$$

$$V_2 = c \cdot V \tag{11}$$

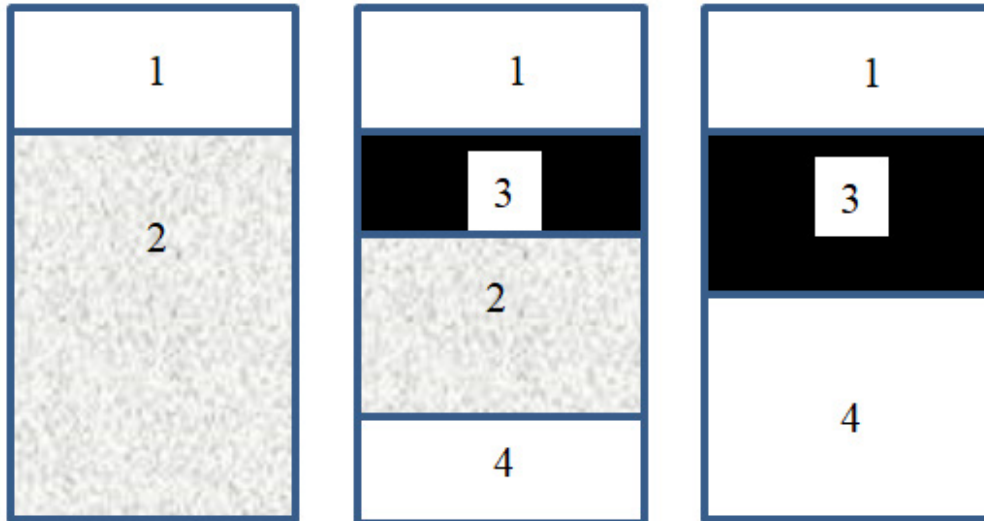


Рис. 2. Эмульсия в сосуде в разные моменты времени  
(1 — воздух, 2 — эмульсия, 3 — масло, 4 — вода)

Полученные соотношения легко обобщить и на случай обратных эмульсий. Единственное отличие будет заключаться в том, что капли будут оседать, а не всплывать.

Поскольку наличие других частиц и влияние стенок сосуда вносят вклад в скорость всплытия [1] капель, то формула (8) будет справедлива для случая  $d \ll l$ . Из соотношения  $d = 10l$  получим верхнюю границу на концентрацию  $c = \frac{\pi}{6000}$ . В соответствии с классификацией, представленной в [2] данному условию соответствуют

слабоконцентрированные эмульсии. Для обобщения на более концентрированные системы необходимо вводить поправки в скорость всплытия/оседания. Различные варианты подобных зависимостей представлены в [1].

Таким образом, в представленной работе получена формула для оценки полного расслоения слабоконцентрированной эмульсии. Обобщение на более концентрированные системы требует введения поправок на скорость оседания/всплытия капель.

#### Литература:

1. Перепелкин, К. Е., Матвеев В. С. Газовые эмульсии. — Химия. Ленингр. отд-ние, 1979.
2. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии. — Рипол Классик, 1984.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Роль цифровизации образовательного процесса

Михайлова Флорида Фоатовна, студент магистратуры  
Научный руководитель: Гапсаламов Алмаз Рафисович, кандидат экономических наук, доцент  
Елабужский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

*В данной статье рассмотрено понятие цифровизации, цели и задачи, основное содержание и роль цифровизации в образовании, а также определены основные плюсы и минусы цифровизации образовательного процесса.*

*Ключевые слова: цифровизация; информационные технологии; образовательный процесс; плюсы и минусы цифровизации.*

## The role of digitalization of the educational process

*This article discusses the concept of digitalization, goals and objectives, the main content and role of digitalization in education, and also identifies the main pros and cons of digitalization of the educational process.*

*Keywords: digitalization, information technology, educational process, pros and cons of digitalization.*

Важность рассматриваемого вопроса заключается в том, что общее образование нуждается в качественном изменении, учебным заведениям необходимо расширить представление о том, что такое ежедневный продукт труда, развить общую грамотность и способность к решению новых задач у большого числа выпускников. В противном случае в ближайшее десятилетие они не будут востребованы на рынке квалифицированного труда. Поэтому построение цифрового образования сегодня является одним из ключевых приоритетов национальной политики.

Термин «цифровизация» подразумевает собой перевод информации в цифровую форму, то есть оцифровка и переход к цифровым процессам [5].

Цифровизация является переходом к новым подходам, процессам и моделям, основанным на информационных технологиях, и подразумевает использование различного программного обеспечения и других цифровых ресурсов (компьютеры, ноутбуки, планшеты) для организации электронного обучения на расстоянии или в школах, колледжах и вузах.

Целью цифровизации образования является использование информационных технологий, обеспечивающих переход к персонализированному образовательному процессу [3].

Задачами цифровизации образования являются:

1. Развитие инфраструктуры обучения и оснащение учебными материалами.
2. Оптимизация образовательного процесса за счет внедрения цифровых программ.
3. Создание условий для цифровизации образования, позволяющих получить обучающимся более широкую информацию и равные знания.
4. Развитие цифровой модели образовательного учреждения.
5. Идентификация учащихся по уникальным признакам (цифровым кодам) в автоматизированных системах.
6. Повышение квалификации преподавателей в области цифровизации образования.
7. Оптимизация тайм-менеджмента в профессиональном становлении современного педагога за счет постепенного отказа от бумажных носителей информации.

Цифровизация позволяет оптимизировать не только учебные процессы, но и организационные (электронные дневники и журналы; дистанционное поддержание связи учителя с учениками).

Использование различных цифровых технологий в образовании формирует современные способности человека, так как способствует развитию креативности, критического мышления и интерактивности учащихся. Цифровые

технологии занимают центральное место на современном этапе технологического развития и будут доминировать еще долгие годы.

Однако цифровизация имеет как плюсы, так и минусы. На рисунке 1 показаны основные плюсы и минусы цифровизации [2].

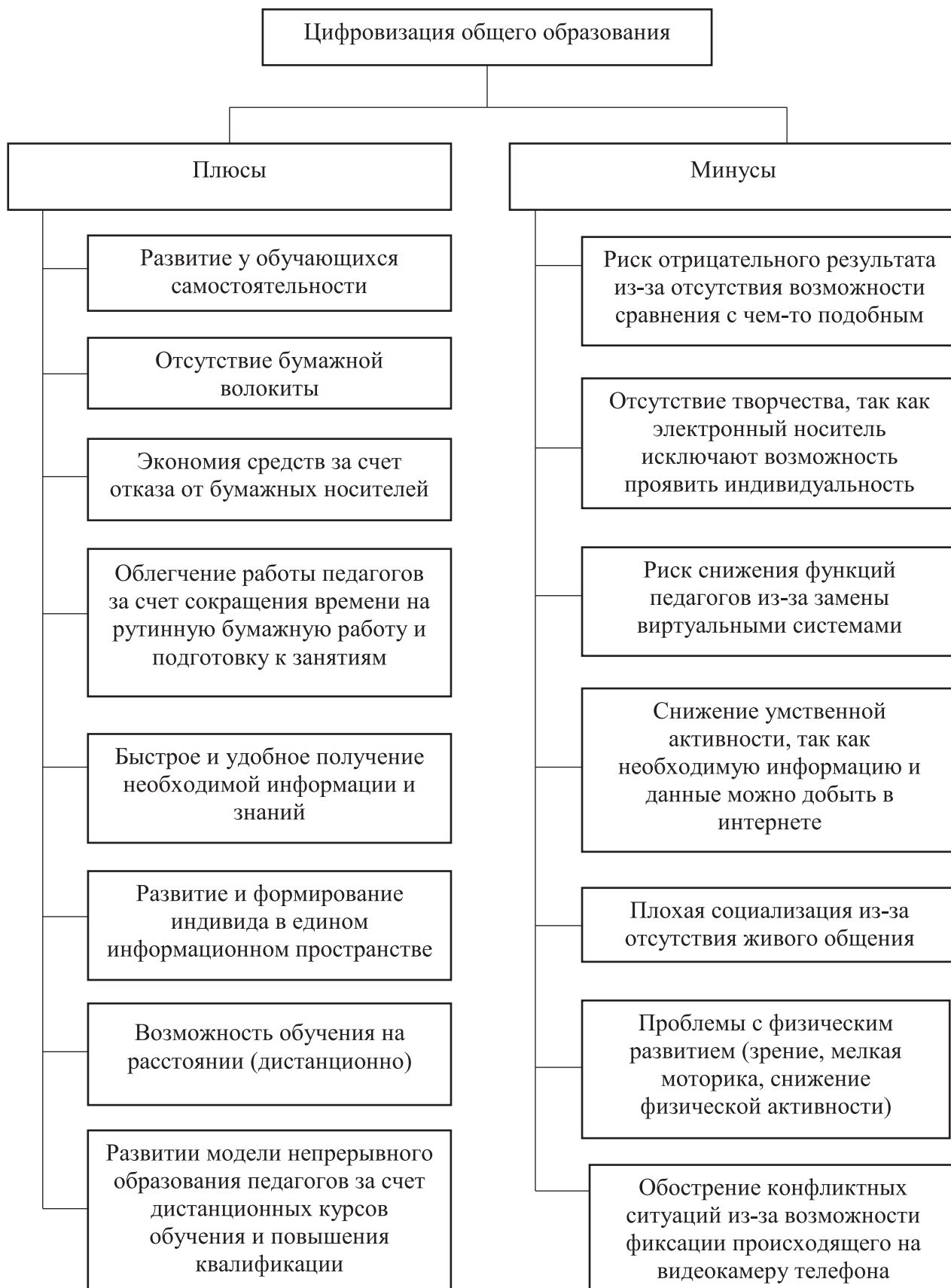


Рис. 1. Основные плюсы и минусы цифровизации образовательного процесса



К сожалению, сегодня невозможно в полной мере оценить последствия, все плюсы и минусы **цифровизации образовательного процесса**, для этого потребуются десятилетия. Поэтому лишь время сможет показать хороши или плохи эти изменения в мировой структуре образования.

Таким образом, под цифровизацией образования понимается внедрение в образовательную организацию комплекса информационно-образовательных ресурсов, в том числе цифровых образовательных ресурсов и технологических средств информационно-коммуникационных технологий.

Цифровизация образовательного процесса обусловлена необходимостью адаптации системы школьного об-

разования и воспитания к требованиям цифровой экономики и цифрового общества. Вопрос цифровизации образования зависит от современного уровня развития экономики, внедрения технологических инноваций во все сферы человеческой деятельности и создания системы непрерывного образования.

Процесс цифровизации системы образования, несомненно, является одной из современных тенденций развития информационно-коммуникационных технологий, однако он требует принятия мер по повышению его эффективности, так как на сегодняшний день он имеет как плюсы, но также не мало и минусов.

#### Литература:

1. Дорофеева, Т. В. Формирование цифровой образовательной среды образовательной организации в условиях реализации ФГОС [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://itsch.ru/formirovanie-cifrovoj-sredy-fgos>.
2. Вербицкий, А. А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы/А. А. Вербицкий// Электронный научно — публицистический журнал «НомоСубе́мс». — 2019. — № 1 (6). [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://journal.homocyperus.ru>.
3. Суворова, Т. Н. Актуальные направления подготовки учителей к проектированию и использованию электронных образовательных ресурсов. — М.: Изд-во ООО «Образование и информатика», 2019. — 222 с.
4. Тараканов, А. В. Технология дистанционного обучения: учебное пособие/А. В. Тараканов, К. В. Садова, Е. А. Крайнова. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. — 198 с.
5. Уваров, А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы. — М.: Образование и информатика, 2018-120 с.

## Обеспечение сохранности документов на примере Государственного архива Тюменской области

Протасова Марина Олеговна, студент магистратуры

Научный руководитель: Шаходанова Ольга Юрьевна, кандидат исторических наук, доцент

Тюменский государственный университет

*В статье автор исследует некоторые аспекты деятельности по обеспечению сохранности документов в Государственном бюджетном учреждении Тюменской области «Государственный архив Тюменской области».*

**Ключевые слова:** государственный архив, сохранность архивных документов, Тюменская область.

**В** ГБУТО «Государственный архив Тюменской области» (далее — Государственный архив, ГБУТО ГАТО, архив) находится на хранении 1969 фондов, включающих в себя свыше 490 тыс. дел. Фонды архива содержат сведения об экономическом, культурном, социальном развитии региона, что очень важно для формирования представлений об истории области, для общественной жизни, для сохранения преемственности поколений. Так, например, самый ранний документ архива датируется 1604 годом — это грамота о сборе ясака с податных людей Тюменского уезда. Также в архивных фондах XVIII — начала XIX веков можно почерпнуть сведения об экономическом, политическом, культурном состоянии бывших уездов Тобольской губернии, ныне входящих в адми-

нистративные единицы соседних областей: Курганской, Свердловской и Омской [1].

Задачами архива является как обеспечение прав граждан на информацию, так и защита носителей информации. В связи с популяризацией деятельности ГБУТО ГАТО в социальных сетях, в последнее время наблюдается увеличение интереса граждан к хранящимся в архиве документам, происходит увеличение количества социально-правовых запросов граждан, всё большую популярность приобретают генеалогические исследования, которые пользователи проводят самостоятельно в читальном зале архива. Для удобства исследователей в ГБУТО ГАТО непрерывно ведутся работы по сканированию особо востребованных документов, таких

как книги записей органов ЗАГС и похозяйственные книги. По состоянию на октябрь 2023 года отсканировано 217 фондов, включающих более 45 тыс. единиц хранения (ед. хр.). Создание скан-образов не только облегчает работу с документами, но и способствует их сохранности.

Важную роль для сохранности документов имеет и температурно-влажностный режим в хранилище. Поддержание оптимальных параметров температуры и влажности необходимо для предотвращения появления плесени, гниения и других видов разрушения бумаги, фотографий, пленок и других носителей информации. Согласно Правилам организации хранения, комплектования, учёта и использования документов Архивного фонда Российской Федерации (далее — Правила), оптимальными условиями для хранения документов на бумажном носителе является температура 17-19 °С, относительная влажность воздуха — 50-55%; для документов на магнитных дисках и дисковых накопителях — 8-18 °С и 45-65%; для документов на оптических дисках — 10-23°С и 20-50% [2]. Фонды ГБУТО ГАТО размещены в трёх архивохранилищах. Одно из них (№ 3) расположено в приспособленном здании, оснащённом системой кондиционирования, в таком помещении измерения проводятся 1 раз в неделю. Два других архивохранилища (№ 1 и № 2) занимают первый этаж и подвальные помещения жилого многоквартирного дома. В этих помещениях параметры хранения не соответствуют нормативным требованиям, в связи с отсутствием системы вентиляции и кондиционирования воздуха, в них измерения проводятся 1 раз в сутки. Для контроля за температурно-влажностным режимом в ГБУТО ГАТО используются термогигрометры, результаты измерений фиксируются. Самыми неудовлетворительными являются условия хранения документов в подвальных помещениях архивохранилищ № № 1 и 2. Например, согласно записям в Журнале учёта температурно-влажностного режима, в подвальном помещении архивохранилища № 1 превышение среднемесячной температуры в разные месяцы составляет от 4,5 до 7 °С, а среднемесячная влажность может быть на 5-27% ниже нормы. Такие колебания пагубно сказываются на состоянии документов.

Недостаточная приспособленность помещений для нужд архива и недостаточное материально-техническое обеспечение приводят к ряду других несоответствий нормативам обеспечения сохранности документов. Так, например, не везде возможно соблюдение рекомендуемых Правилами расстояний между стеллажами, а также расстояний между стеллажами и наружной стеной здания, полом и потолком. В ГБУТО ГАТО используется три типа стеллажей. В приспособленном, нежилом здании (архивохранилище № 3) используются металлические мобильные стеллажи. В архивохранилищах № № 1 и 2, расположенных в жилом доме, используются стационарные стеллажи, причём из более чем 7 тыс. погонных метров полностью металлические только около 1,5 тыс. погонных метров стеллажей. Остальные стеллажи представляют

собой смешанные конструкции, состоящие из металлического каркаса и деревянных полок.

В настоящее время в ГБУТО ГАТО дела хранятся в связках и коробках, продолжают работы по картонированию, т. е. по размещению единиц хранения в короба, что обеспечивает лучшую сохранность фондов. По состоянию на октябрь текущего года закартонирован 641 фонд.

Немаловажным видом деятельности по обеспечению сохранности документов являются микологический и энтомологический осмотры, позволяющие своевременно выявить заражение документов насекомыми или поражение плесневыми грибами. В Государственном архиве Тюменской области такие проверки производятся регулярно, по их результатам в каждом архивохранилище ведётся картотека учёта архивных документов на бумажной основе с повреждениями носителя.

Такой вид работ, как проверка наличия, позволяет произвести выверку учётных документов и устранение выявленных в них неточностей; установить фактическое наличие единиц хранения и выявить неправильно оформленные дела; выявить и поставить на учёт те единицы хранения, требующие обработки, которые не были обнаружены в ходе микологической и энтомологической проверок [2]. Так, например, за всё время проведения проверок наличия в ГБУТО ГАТО выявлено около 9 тыс. ед. хр., требующих подшивки или переплёта (согласно картотекам учёта физического состояния архивных документов на бумажной основе). Выявленные в ходе проверок наличия недостатки в оформлении документов устраняются силами сотрудников отдела обеспечения сохранности и государственного учёта документов Государственного архива.

Контроль допуска к архиву и установление правил его посещения осуществляется с целью обеспечения сохранности архивного материала и предотвращения несанкционированного доступа к нему. В ГБУТО ГАТО принята Инструкция по организации охраны и пропускному режиму, в которой установлены следующие меры:

1. Регистрация посетителей. Все лица, желающие посетить архив, должны пройти процедуру регистрации, предоставив необходимую информацию о своей личности и цели посещения.

2. Ограничение доступа к определенным материалам. В зависимости от конфиденциальности архивного материала, могут быть установлены ограничения на его доступность для посетителей. В ГБУТО ГАТО ограничен доступ к особо ценным и уникальным документам, а также к документам, содержащим конфиденциальные сведения личного характера. Доступ к особо ценным делам предоставляется в электронном формате, для сохранности бумажного оригинала.

3. Наблюдение за посетителями. В архиве организовано наблюдение за посетителями с помощью видеокамер.

Для обеспечения требований охранного режима все помещения ГБУТО ГАТО оснащены охранной сигнализацией.

цией с выводом её на пост охраны. Все архивохранилища, рабочие помещения, подлежащие опечатыванию, закрываются и опечатываются по окончании рабочего дня, с обязательной росписью сотрудника, производившего опечатывание, в специальных журналах.

Для обеспечения пожарной безопасности все помещения архива оснащены пожарной сигнализацией, в архивохранилищах установлены металлические противопожарные двери и система газового пожаротушения. Кроме этого, все помещения архива снабжены огнетушителями.

Следует отметить, что сотрудники и административный персонал Государственного архива Тюменской области принимают все возможные меры для обеспечения сохранности архивных фондов. Выявленные несоответствия нормативным условиям хранения документов могут быть решены предоставлением архиву более приспособленных помещений и улучшением материально-технического оснащения.

#### Литература:

1. Государственное бюджетное учреждение Тюменской области «Государственный архив Тюменской области»: официальная страница на портале Управления по делам архивов Тюменской области. Тюмень. URL: <http://archiv.72to.ru/index.php/gosudarstvennyj-arkhiv-tyumenskoj-oblasti/ob-arghiv> (дата обращения 18.11.2023)
2. Правила организации хранения, комплектования, учета и использования документов Архивного фонда Российской Федерации и других архивных документов в государственных органах, органах местного самоуправления и организациях. Утверждены Приказом Федерального архивного агентства от 31 июля 2023 г. № 77. URL: <https://archives.gov.ru/documents/rules/pravila-2023.shtml> (дата обращения 17.11.2023)
3. Журнал учёта температурно-влажностного режима в архивохранилищах № № 1, 2, 3 ГБУТО ГАТО // Текущий архив ГБУТО «Государственный архив Тюменской области

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Результаты сравнения решений теплотехнических задач аналитическим методом и методом конечных элементов

Баклыков Игорь Вячеславович, главный специалист  
Филиал АО «Институт Гидропроект» — «НИИЭС» (г. Москва)

*В статье приводятся результаты расчётных исследований теплопроводности стенки аналитическим методом и методом конечных элементов в программе ANSYS. Также проанализированы сравнение расчётных методов теплопроводности.*

*Ключевые слова:* теплопроводность, аналитический расчёт, МКЭ, ANSYS.

#### Введение

Теплопроводность представляет собой важное явление, определяющее способность материалов передавать тепловую энергию от области более высокой температуры к области более низкой температуры. Этот процесс осуществляется за счет хаотического движения частиц вещества, таких как атомы, молекулы и электроны. Понимание теплопроводности играет важную роль в науке о материалах, инженерии и технологических процессах.

Стационарные и нестационарные процессы теплопроводности в твердых телах представляют собой важные концепции. Стационарный процесс характеризуется постоянством параметров во времени и устанавливается при длительном поддержании температур на постоянном уровне. Напротив, нестационарный процесс представляет собой неустойчивый тепловой процесс, характеризующийся изменением температуры в пространстве и времени.

Ключевым показателем теплопроводности является коэффициент теплопроводности, который количественно характеризует способность материала проводить тепло. Он представляет собой количество теплоты, проходящее через единичный образец материала за единицу времени при единичной разнице температур. В системе СИ этот коэффициент измеряется в Вт/(м·К), что представляет собой количество тепловой энергии, переданное через единичный материальный образец при разнице температур в 1 К.

Исторически, передача тепловой энергии была объяснена концепцией перетекания гипотетического «теплорода» от одного тела к другому. С развитием молекулярно-кинетической теории, явление теплопроводности было более полно объяснено в контексте взаимодействия частиц вещества. Молекулы в областях с более высокой температурой движутся быстрее и передают свою энергию путем столкновений частицам в областях с более низкой температурой. Это взаимодействие частиц существенно влияет на тепловые свойства материалов и, следовательно, на их поведение в различных условиях.

В соответствии с [1, 2, 3] при разработке проектов зданий и сооружений необходимо строго соблюдать требования, представленные в соответствующих правилах, с целью обеспечения нескольких ключевых аспектов функционирования и эксплуатации. Эти требования включают в себя следующие аспекты:

**Создание оптимальных условий микроклимата:** Проектирование должно обеспечивать заданные параметры микроклимата внутри здания, необходимые как для комфорта людей, так и для эффективной работы технологического или бытового оборудования. Это включает в себя поддержание оптимальной температуры, влажности и циркуляции воздуха.

**Тепловая защита:** Ограждающие конструкции должны быть спроектированы с учетом эффективной тепловой защиты. Это важно для минимизации теплопотерь и обеспечения эффективности систем отопления и вентиляции.

**Защита от переувлажнения:** Проект должен предусматривать меры по защите ограждающих конструкций от избыточной влаги, которая может привести к различным проблемам, таким как гниение, плесень и коррозия.

**Эффективное использование тепловой энергии:** Проектирование должно стремиться к оптимальному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Это включает в себя выбор эффективных материалов и систем теплоизоляции.



Надежность и долговечность конструкций: Важным аспектом является обеспечение долговечности ограждающих конструкций. Это достигается выбором материалов, обладающих необходимой стойкостью к внешним воздействиям, таким как мороз, влага, биологические воздействия, коррозия и другие разрушительные факторы окружающей среды. При необходимости следует предусмотреть специальную защиту элементов конструкций.

Такой комплексный подход к проектированию обеспечивает не только комфорт и безопасность внутри здания, но и его долговечность, что является важным аспектом устойчивости и эффективности любого строения.

### 1. Решение задачи теплопроводности через плоскую трёхслойную стенку при граничных условиях первого рода

На рисунке 1 показана принципиальная расчётная схема трехслойной стенки.

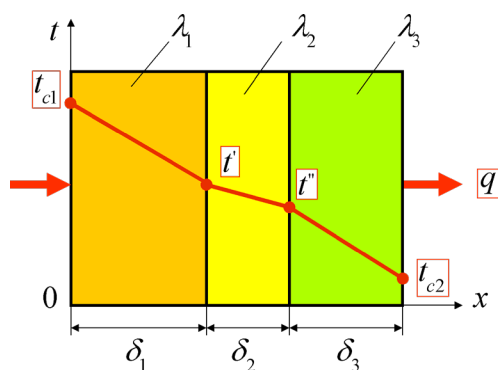


Рис. 1. Расчётная схема

Исходные данные для расчётов:

t<sub>c1</sub> = 20°C — температура внутри; t<sub>c2</sub> = -30°C — температура снаружи; δ<sub>1</sub> = 0,38 м — кирпичная кладка; δ<sub>2</sub> = 0,2 м — утеплитель; δ<sub>3</sub> = 0,12 м — кирпичная кладка; λ<sub>1</sub> = λ<sub>3</sub> = 0,81  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{°C}}$  — коэффициент теплопроводности кирпичной кладки; λ<sub>2</sub> = 0,046  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{°C}}$  — коэффициент теплопроводности утеплителя

Удельный тепловой поток вычисляется по формуле 1.

$$q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = \frac{20 - (-30)}{\frac{0.38}{0.81} + \frac{0.2}{0.046} + \frac{0.12}{0.81}} = 10.07 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \tag{1}$$

Таким образом аналитический расчёт показал, что удельный тепловой поток составляет 10,07 Вт/м<sup>2</sup>.

Результаты расчёта методом конечных элементов показаны на рис. 2 и 3.

Как видно из рисунков 2 и 3, в кирпичной кладке падение температуры достаточно медленное, утеплитель принимает на себя максимальный перепад температур.

Полученный тепловой поток, рассчитанный методом конечных элементов, составляет 10,069 Вт/м<sup>2</sup>.

Таким образом результаты расчёта аналитическим методом полностью совпадают с результатами расчёта методом конечных элементов.



Рис. 2. Распределение температуры

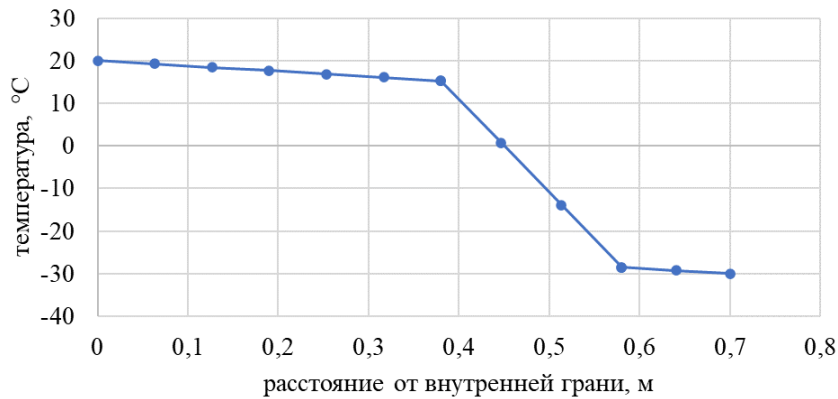


Рис. 3. График распределения температуры

Как видно из рисунков 2 и 3, в кирпичной кладке падение температуры достаточно медленное, утеплитель принимает на себя максимальный перепад температур.

Полученный тепловой поток, рассчитанный методом конечных элементов, составляет  $10,069 \text{ Вт/м}^2$ .

Таким образом результаты расчёта аналитическим методом полностью совпадают с результатами расчёта методом конечных элементов.

## 2. Теплопроводность через плоскую однослойную стенку при граничных условиях третьего рода

На рисунке 4 показана принципиальная расчётная схема.

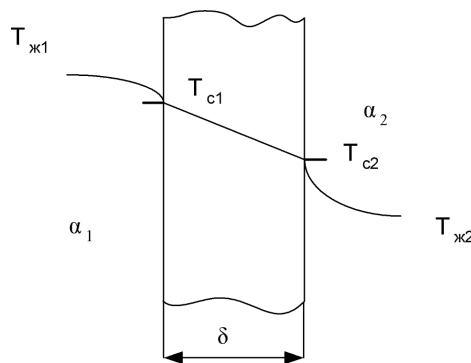


Рис. 4. Расчётная схема

Теплообмен на правой и левой поверхности стенки описывается законом Ньютона — Рихмана:

$$q_1 = \alpha_1 \cdot (t_{ж1} - t_{с1}) \quad (2)$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot (t_{с2} - t_{ж2}) \quad (3)$$

Теплообмен внутри стенки

$$q_3 = \lambda \cdot \frac{t_{с2} - t_{с3}}{\delta} \quad (4)$$

Так как теплообмен стационарный то

$$q_1 = q_2 = q_3 = q \quad (4)$$

Удельный тепловой поток вычисляется по формуле:

$$q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (5)$$

Исходные данные для расчётов:

$t_{ж1} = 20^\circ\text{C}$  — температура внутри;  $t_{ж2} = -30^\circ\text{C}$  — температура снаружи;  $\delta = 0,8 \text{ м}$  — толщина стены;  $\lambda = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$  — коэффициент теплопроводности;  $\alpha_1 = 10,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}}$  — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности;  $\alpha_2 = 10,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}}$  — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности.

Удельный тепловой поток, определённой по формуле 5:

$$q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{20 - (-30)}{\frac{1}{10,8} + \frac{0,8}{0,81} + \frac{1}{10,8}} = 42,632 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Температура внутренней стены:

$$t_{c1} = t_{ж1} - \frac{q}{\alpha_1} = 20 - \frac{42.632}{10.8} = 16.053^\circ\text{C}$$

Температура наружной стены:

$$t_{c1} = t_{ж2} + \frac{q}{\alpha_2} = -30 + \frac{42.632}{10.8} = -26.05^\circ\text{C}$$

Результаты расчёта методом конечных элементов показаны на рисунках 5 и 6.



Рис. 5. Распределение температуры

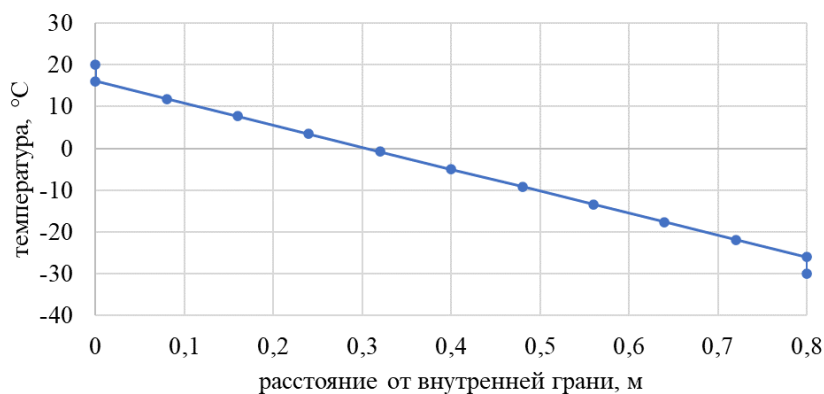


Рис. 6. График распределения температуры

Полученный тепловой поток, рассчитанный методом конечных элементов, составляет 42,632 Вт/м<sup>2</sup>.

Таким образом результаты расчёта аналитическим методом полностью совпадают с результатами расчёта методом конечных элементов.

**Выводы**

В ходе проведенных исследований было выявлено, что результаты решения задачи теплопроводности, полученные аналитическим методом и методом конечных элементов (МКЭ), полностью совпадают. Это подтверждает высокую точность и надежность МКЭ, что, в свою очередь, открывает перспективы для применения данного метода при решении более сложных задач теплопроводности, включая те, которые связаны с трехмерными моделями.

Было осуществлено детальное исследование распределения температур и величины теплового потока в задаче теплопроводности через плоскую трёхслойную стенку. При этом были использованы граничные условия первого рода, что предполагает непосредственное задание температуры на границах модели. Эти результаты не только позволили получить информацию о характере теплового процесса в материале, но и подтвердили применимость МКЭ для анализа подобных задач.

Дополнительно было проведено исследование распределения температур и величины теплового потока через однослойную стенку, используя граничные условия третьего рода. В данном случае на границах модели был задан тепловой поток. Полученные данные предоставляют более глубокое понимание процессов теплопроводности в таких условиях и подчеркивают гибкость МКЭ в обработке различных граничных условий.

Литература:

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. ГОСТ 26253-2014 «Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций».
3. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

## Трубопроводный транспорт высоковязких нефтей

Безносиков Дмитрий Иванович, студент  
Ухтинский государственный технический университет

*Трубопроводный транспорт высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов затруднен из-за их повышенной вязкости, высокой температуры застывания и других реологических особенностей. Высокая величина коэффициента гидравлического сопротивления при температуре окружающей среды вызывает необходимость сооружения большого числа насосных станций, что экономически не всегда целесообразно.*

*Поэтому наряду с обычной изотермической перекачкой применяют и другие методы транспорта таких нефтей (гидроперекачка, перекачка с предварительным улучшением реологических свойств, перекачка с подогревом).*

*Вследствие чего уменьшается гидравлическое сопротивление при их применении.*

*В способе гидроперекачки вместо высоковязкой нефти со стенкой контактирует вода. А в способах перекачки с предварительным улучшением реологических свойств и с подогревом эффективная вязкость высоковязких нефтей понижена.*

*Ключевые слова: нефтеперекачивающая станция, магистральный нефтепровод, температура, вязкость.*

## Pipeline transportation of high-viscosity oils

Beznosikov Dmitry Ivanovich, student  
Ukhta State Technical University

*Pipeline transport of high-viscosity and highly solidifying oils and petroleum products is difficult due to their increased viscosity, high pour point and other rheological features. The high value of the hydraulic resistance coefficient at ambient temperature necessitates the construction of a large number of pumping stations, which is not always economically feasible.*

*Therefore, along with conventional isothermal pumping, other methods of transporting such oils are used (hydraulic pumping, pumping with preliminary improvement of rheological properties, pumping with heating).*

*As a result, the hydraulic resistance during their use decreases.*

*In the hydropumping method, instead of high-viscosity oil, water comes into contact with the wall. And in pumping methods with preliminary improvement of rheological properties and with heating, the effective viscosity of high-viscosity oils is reduced.*

*Keywords: oil pumping station, main oil pipeline, temperature, viscosity.*

Методы перекачки по трубопроводам высоковязких и высокозастывающих нефтей

Гидроперекачка

Гидроперекачка — совместная перекачка высоковязких нефтей и воды. Существует несколько способов перекачки:

- перекачка нефти внутри водяного кольца;
- перекачка водонефтяной смеси в виде эмульсии типа «нефть в воде» (н/в);
- перекачка нефти и воды без вмешательства в формирование структуры потока.

Барообработка — обработка неньютоновских нефтей давлением с целью улучшения их реологических свойств.

Термодеструктивной обработкой называется нагрев высоковязких нефтей до 490 °С при соответствующем давлении с целью расщепления (деструкции) высокомолекулярных соединений на легкие маловязкие углеводородные составляющие.

Перекачка с предварительным улучшением реологических свойств нефтей за счет механического воздействия

Основная особенность этого метода перекачки заключается в том, что высокопарафинистую нефть предварительно охлаждают с целью образования парафинистой структуры, после чего механическим путем подвергают разрушению последнюю. Смолы и асфальтены, которые содержатся в нефти, обволакивают «осколки», имеющие парафиновую структуру, а также препятствуют их повторному соединению. Обычной скорости перекачки оказывается достаточно, для того чтобы суспензия парафина в нефти долгое время не утрачивала нужную степень подвижности.

Термообработкой нефти является ее тепловая обработка, которая предусматривает, нагрев нефти выше температуры начала плавления парафинов и последующее её охлаждение с определенной скоростью, с целью улучшения реологических свойств.

### Расчетная часть

Расчетная часть

Определение возможности работы трубопровода при заданных условиях вследствие перекачки высоковязкой нефти

Определяем критическую температуру



$$T_{кр} = T_* + \frac{1}{u} \cdot \ln \frac{v_* \cdot \pi \cdot d \cdot Re_{кр}}{4 \cdot Q} \quad (1)$$

где  $T_*$  – температура, при которой известна кинематическая вязкость нефтепродукта  $v_*$ ;  
 $Re_{кр}$  – критическое число Рейнольдса; для высоковязких нефтей и нефтепродуктов  $Re_{кр} \approx 2000$ ;  
 $u$  – крутизна вискограммы;  
 рабочее давление в трубопроводе, МПа.

$$T_{кр} = 283 + \frac{1}{u} \cdot \ln \frac{0,0095 \cdot 3,14 \cdot 0,611 \cdot 2000}{4 \cdot 0,367} = 317,91 \text{ К}$$

Так как  $T_n > T_{кр} < T_k$ , то в трубопроводе турбулентный участок.

Средняя температура потока

$$T_n = 0,5 \cdot (T_n + T_{кр}) \quad (2)$$

$$T_n = 0,5 \cdot (365 + 317,91) = 341,46 \text{ К}$$

Среднюю температуру стенки принимаем равной  $T_{ст} = 338 \text{ К}$ .

Определяем кинематическую вязкость, параметры  $Re$ ,  $Pr$  и  $Gr$  при средних температурах потока и стенки

$$v = v_* \cdot \exp[-u \cdot (T - T_*)] \quad (3)$$

где  $u$  – коэффициент крутизны вискограммы, 1/К;  
 $v_*$  – кинематическая вязкость при известной температуре  $T_*$

$$N_{341} = 0,0095 \cdot \exp[-0,092 \cdot (341 - 283)] = 0,000044 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$v_{323} = 0,0095 \cdot \exp[-0,092 \cdot (338 - 283)] = 0,000060 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$Re_n = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v_{341}} \quad (4)$$

$$Re_n = \frac{4 \cdot 0,367}{3,14 \cdot 0,611 \cdot 0,000044} = 17445,75$$

$$Pr_{ст} = \frac{v}{a} \quad (5)$$

$$a = \frac{\lambda_n}{C_p \cdot \rho} \quad (6)$$

$$Pr_{ст} = \frac{v \cdot C_p \cdot \rho}{\lambda_n}$$

где  $\lambda_n$  – коэффициент теплопроводности нефтепродукта;  
 $a$  – коэффициент температуропроводности нефтепродукта

$$Pr_{ст} = \frac{0,000060 \cdot 1900 \cdot 920}{0,127} = 829,72$$

$$Pr_n = \frac{0,000044 \cdot 1900 \cdot 920}{0,127} = 603,68$$

Для определения  $\alpha_1$  при вынужденном движении жидкости имеются различные экспериментальные зависимости, по формулам Михеева для турбулентного режима при  $Re_n > 10^4$  ( $17445,75 > 10^4$ )

$$\alpha_1 = 0,21 \cdot \frac{\lambda_n}{d} \cdot Re_n^{0,8} \cdot Pr_n^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_n}{Pr_{ст}}\right)^2 \quad (7)$$

$$\alpha_1 = 0,21 \cdot \frac{0,127}{0,611} \cdot 17445,75^{0,8} \cdot 603,68^{0,43} \cdot \left(\frac{603,68}{829,72}\right)^{0,25} = 156,51$$

Проверяем правильность выбора температуры стенки по уравнению теплового баланса

$$T_{ст} = \frac{T_0 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot T_n}{1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}} \quad (8)$$

$$T_{ст} = \frac{282 + \frac{156,51}{11,5} \cdot 341,46}{1 + \frac{156,51}{11,5}} = 337,39$$

Расчетная температура стенки практически совпадает с принятой. Следовательно, расчет можно продолжать.

Определяем коэффициенты теплопередачи, для турбулентного участка

$$\frac{1}{K \cdot d} = \frac{1}{\alpha_1 \cdot d} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{D_i}{d_i} + \frac{1}{\alpha_1 \cdot D_H} \tag{9}$$

где  $\lambda_i$  – коэффициенты теплопроводности отложений, стали, трубы изоляции и т. п.;  
 $d_i$  – внутренний диаметр i-го слоя;  
 $D_i$  – наружный диаметр i-го слоя;  
 $D_H$  – наружный диаметр трубопровода

$$\frac{1}{K \cdot 0,611} = \frac{1}{156,51 \cdot 0,611} + \frac{1}{2 \cdot 58} \cdot \ln \frac{0,63}{0,611} + \frac{1}{156,51 \cdot 0,63}$$

$$K = 17,51 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Длина турбулентного участка

$$\tau_T = \frac{Q \cdot \rho \cdot C_p}{K \cdot \pi \cdot d} \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_{кр} - T_0} \tag{10}$$

$$\tau_T = \frac{0,367 \cdot 920 \cdot 1900}{17,51 \cdot 3,14 \cdot 0,611} \cdot \ln \frac{365 - 282}{317,91 - 282} = 16000 \text{ м}$$

Без тепловой изоляции температур нефти, равная 330 К, в конце трубопровода не обеспечивается.

Определим необходимую толщину тепловой изоляции, которая позволит обеспечить заданную температуру в конце трубопровода.

Параметр Шухова

$$\text{Шу} = \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0} \tag{11}$$

$$\text{Шу} = \ln \frac{365 - 282}{330 - 282} = 0,55$$

$$\frac{D_{из}}{D} = \frac{\exp \left[ 2 \cdot \lambda_{из} \cdot \left( \frac{\pi \cdot L}{Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot \text{Шу}} - \frac{1}{\alpha_2 \cdot D_H} \right) \right]}{\left( \frac{D_H}{d} \right)^{\lambda_{ст}} \cdot \left( \frac{T_H - T_0}{T_{кр} - T_0} \right)^{\alpha_1 \cdot \text{Шу}}} \tag{12}$$

В качестве теплоизоляционного материала возьмем стекловату, для которой  $\lambda_{из}=0,058$  Вт/м·К, тогда

$$\frac{D_{из}}{D} = \frac{\exp \left[ 2 \cdot 0,058 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 20000}{0,367 \cdot 920 \cdot 1900 \cdot 0,55} - \frac{1}{11,5 \cdot 0,63} \right) \right]}{\left( \frac{0,63}{0,611} \right)^{\frac{0,058}{58}} \cdot \left( \frac{365 - 282}{317,91 - 282} \right)^{\frac{2 \cdot 0,058}{156,51 \cdot 0,55}}} = 1,0040$$

$$D_{из} = 1,0040 \cdot 0,63 = 0,633 \text{ м}$$

Толщина изоляции

$$\delta_{из} = \frac{D_{из} - D_H}{2} \tag{13}$$

$$\delta_{из} = \frac{0,633 - 0,630}{2} = 0,0015 \text{ м} = 2 \text{ мм}$$

Построение графиков зависимостей температуры нефти от расхода

Определим границы режимов течения

Величину  $Q_{кр}^I$  определяем из формулы (1), приняв  $T_{кр} = T_H$

$$Q_{кр}^I = \frac{1}{4} \cdot v_* \cdot \pi \cdot d \cdot \text{Re}_{кр} \cdot \exp[-u \cdot (T_H - T_*)] \tag{14}$$

$$Q_{кр}^I = \frac{1}{4} \cdot 0,0095 \cdot 3,14 \cdot 0,611 \cdot 2000 \cdot \exp[-0,092 \cdot (365 - 283)] = 0,0048 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Так как  $Q_{кр}^I < Q$ , то в трубопроводе на всем участке наблюдается только турбулентный режим течения.

Значение  $Q_{кр}^{II}$  определим из системы, состоящей из формул (1) и (10), при условии, что  $\tau_T = L$ ,  $Q_{кр}^{II} = Q$ ,  $T_{кр} = T_H$

$$\begin{cases} \frac{Q_{кр}^{II} \cdot \rho \cdot C_p}{k_T \cdot \pi \cdot d \cdot L} \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_{кр} - T_0} = 1 \\ Q_{кр}^{II} = \frac{1}{4} \cdot v_* \cdot \pi \cdot d \cdot Re_{кр} \cdot \exp[-u \cdot (T_{кр} - T^*)] \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{cases} \frac{k_T \cdot \pi \cdot d \cdot L}{\rho \cdot C_p \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_{кр} - T_0}} = Q_{кр}^{II} \\ Q_{кр}^{II} = \frac{1}{4} \cdot v_* \cdot \pi \cdot d \cdot Re_{кр} \cdot \exp[-u \cdot (T_{кр} - T^*)] \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{17,51 \cdot 3,14 \cdot 0,611 \cdot 20000}{920 \cdot 1900 \cdot \ln \frac{365 - 282}{T_{кр} - 282}} = Q_{кр}^{II} \\ Q_{кр}^{II} = \frac{1}{4} \cdot 0,0095 \cdot 3,14 \cdot 0,611 \cdot 2000 \cdot \exp[-0,092 \cdot (T_{кр} - 283)] \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{0,384}{\ln \frac{83}{T_{кр} - 282}} = Q_{кр}^{II} \\ Q_{кр}^{II} = 9,1131 \cdot \exp[-0,092 \cdot (T_{кр} - 283)] \end{cases}$$

Полученную систему уравнений решим графическим способом. Построим график зависимости  $Q_{кр}^{II}$  от  $T_{кр}$  по первому, затем по второму уравнениям. Точка пересечения кривых дает искомые корни.

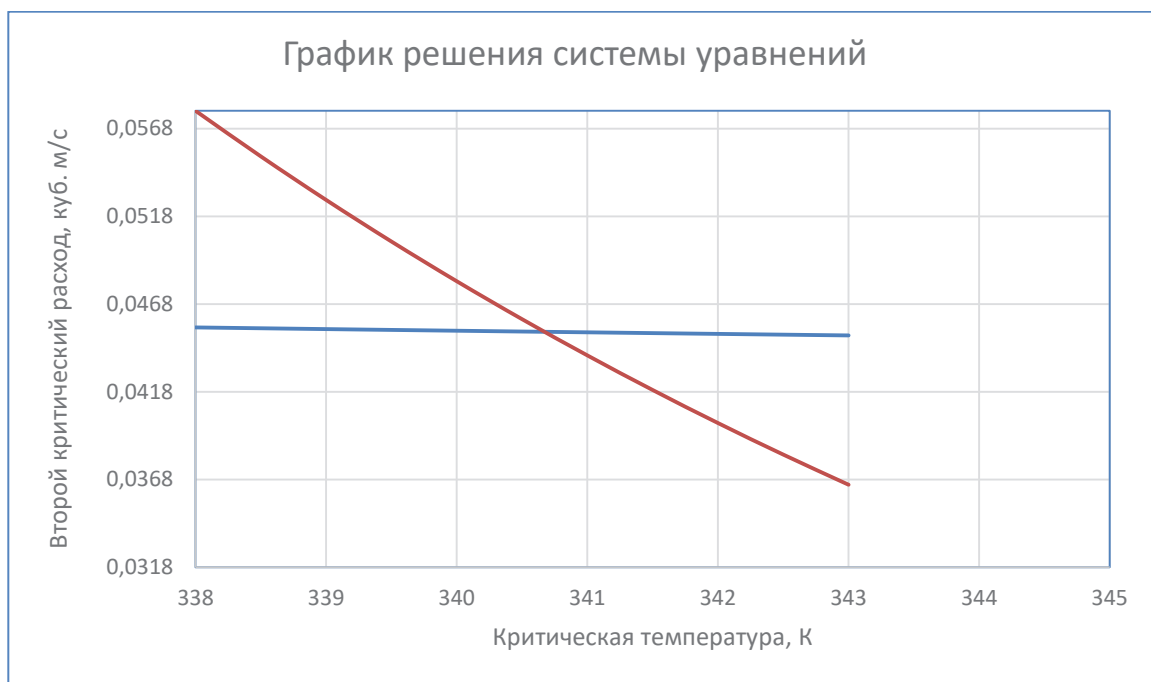


Рис. 1. График зависимости  $Q_{кр}^{II}$  от  $T_{кр}$

Для данной задачи ими являются  $Q_{кр}^{II} = 0,0453 \frac{м^3}{с}$  и  $T_{кр} = 340,65 К$ .

Следовательно, в области расходов от  $0,0048 \frac{м^3}{с}$  до  $0,0453 \frac{м^3}{с}$  в трубопроводе будет наблюдаться два режима течения:

- на начальном участке (при температуре от 365 К до 340,65 К) — турбулентный;
- на остальном участке (при температуре ниже 340,65 К) — ламинарный.

При расходах выше  $0,0453 \frac{м^3}{с}$  по всей длине трубопровода будет только турбулентный режим.

Построим графики зависимостей  $T_{кр}(Q)$  и  $T_k(Q)$ .

Зависимость  $T_{кр}(Q)$  определим согласно формуле (1):

$$T_{кр} = 283 + \frac{1}{0,092} \cdot \ln \frac{0,0095 \cdot 3,14 \cdot 0,611 \cdot 2000}{4 \cdot Q}$$

Зависимость  $T_k(Q)$  найдем по формуле:

$$T_k = T_0 + (T_n - T_0) \cdot \exp(-\text{Шу}_T) \quad (16)$$

где  $\text{Шу}_T$  – параметр Шухова при турбулентном режиме

$$\text{Шу}_T = \frac{L \cdot k_r \cdot \pi \cdot d}{\rho \cdot C_p \cdot Q} \quad (17)$$

$$\text{Шу}_T = \frac{20000 \cdot 17,51 \cdot 3,14 \cdot 0,611}{920 \cdot 1900 \cdot Q}$$

$$T_k = 282 + 83 \cdot \exp\left(-\frac{0,384}{Q}\right)$$

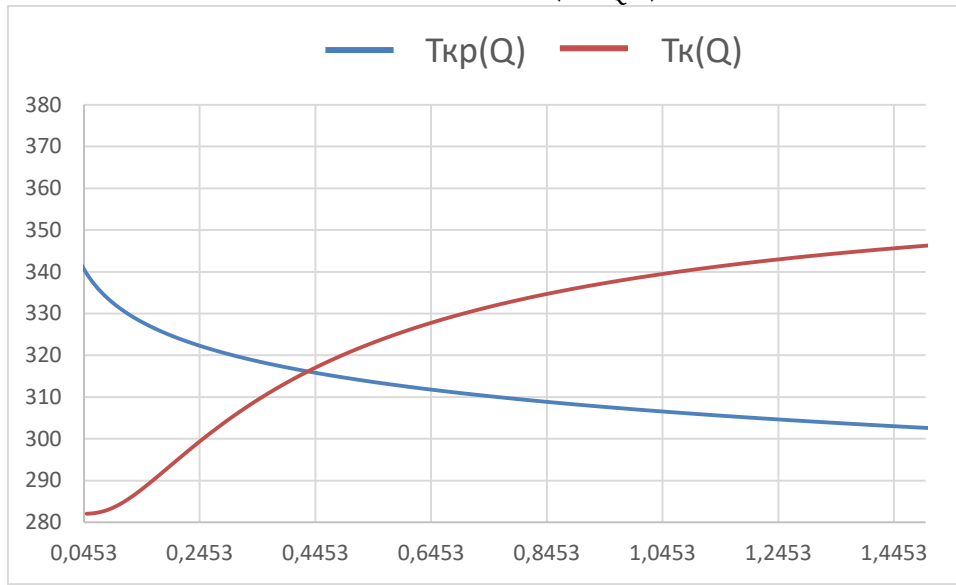


Рис. 2. График зависимостей  $T_{кр}(Q)$  и  $T_k(Q)$

### Вывод

Доставка вязких нефтей по магистральным трубопроводам требует использования разных ухищрений для обеспечения нормальных условий перекачки, поскольку температура застывания их высока и возникает опасность застывания в трубе. Среди специальных технологий перекачки таких нефтей, рассмотрели следующие:

- 1) гидроперекачку;
- 2) перекачку с предварительным улучшением реологических свойств нефти за счет механического воздействия;
- 3) перекачку высоковязкой нефти в смеси с жидкими углеводородными разбавителями;
- 4) перекачку термически обработанных нефтей;
- 5) перекачку высокозастывающих парафинистых нефтей с депрессорными присадками;
- 6) перекачку нефти с подогревом.

Технология горячей перекачки, заключающаяся в снижении вязкости и уменьшении гидравлического сопротивления при подогреве нефти, используется на действующих трубопроводах Уса — Ухта — Ярославль.

Также определена возможность работы трубопровода при перекачке высоковязкой нефти с подогревом.

В расчетной части были произведены расчеты возможности работы трубопровода при заданных условиях вследствие перекачки высоковязкой нефти, построены графики зависимостей температуры нефти от расхода.

### Литература:

1. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник/А. А. Коршак, А. М. Нечваль. — Ростов н/Д: Феникс, 2016. — 540. — (Высшее образование);
2. П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов. — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. — 658 с.
3. Лурье, М. В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа: Учеб. пособие для вузов. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. — 349 с.
4. Черников, В. И. Перекачка вязких и высокозастывающих нефтей. — М.: Гостоптехиздат, 1958. — 163 с;

5. Новоселов, В. Ф. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Перекачка вязких и застывающих нефтей. Специальные методы перекачки: Учебное пособие/В. Ф. Новоселов, А. А. Коршак. — Уфа: Изд. УНИ, 1998. — 108 с;
6. Трубопроводный транспорт нефти: Учеб. для студентов вузов В 2 т./ [Г. Г. Васильев, Г. Е. Коробков, А. А. Коршак и др.]; под общ. ред. С. М. Вайнштока. — М.: Недра, 2002. — 21 см. — ( [Высшее образование]).

## Применение бортового комплекса обороны «Витебск»

Гончаров Иван Евгеньевич, студент;

Соколов Иван Витальевич, студент

Научный руководитель: Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

*В статье рассматривается проблема безопасности экипажа пилотируемого воздушного судна, которая играет доминирующую роль при выполнении боевых задач.*

*Ключевые слова:* бортовой комплекс обороны, предназначение, устройство работы, практическое применение.

Армейская и штурмовая авиация, особенно вертолеты, всегда были достаточно уязвимы для переносных зенитно-ракетных комплексов (ПЗРК). Это связано с их боевым применением на малых высотах и меньшей скоростью, чем у истребителей, что позволяет стрелку-оператору взять цель в прицел и запустить ракету с инфракрасной головкой самонаведения. Российские лётчики вертолетов и штурмовиков еще в Афганистане столкнулись с проблемой противодействия переносных зенитно-ракетных комплексов. Данная тема является особенно актуальной при выполнении боевых задач экипажами воздушных судов в условиях проведения специальной военной операции на Украине.

Основными методами технического контроля пространства (в плане возможного нападения) остаются различные системы пассивной радиолокации и тепlopеленгации. В качестве мер противодействия предусматривается, в том числе, уклонение (выход из зоны поражения), а также радиоэлектронное или иное противодействие средствам наведения противника в виде постановки различных помех системам наведения, или физическое поражение атакуемого объекта.

В Российской Федерации каждый летательный аппарат, предназначенный для непосредственного участия в боевых действиях, в обязательном порядке оснащался хотя бы минимальным оборудованием индивидуальной защиты — системой предупреждения об угрозе и аппаратурой радиоэлектронного подавления, а также часто и устройствами постановки помех. Летательные аппараты, изначально предназначенные для военных операций в составе групп, имели узкоспециализированные машины обеспечения, оснащенные системами групповой защиты. Как правило, эти летательные аппараты не несут никакого наступательного вооружения и не выполняют ударных функций, и предназначены исключительно для своевременного обнаружения, классификации угрозы и максимального подавления радиоэлектронных систем наведения противника.

Основное отличие бортового комплекса обороны (БКО) от различных систем противодействия в том, что БКО является системой с централизованным, зачастую автоматизированным управлением. В бортовой вычислительной машине комплекса прошиваются различные алгоритмы действий при возникновении угрозы, а также в памяти имеются параметры различных источников излучений, по которым можно классифицировать источник угрозы (вплоть до типа и названия).

Уже в советские годы у разработчиков возникали идеи о создании такого бортового комплекса обороны, который мог бы не только предупреждать экипаж об облучении противником, но и активно защищаться от пусков снарядов путём их самоуничтожения [2].

Данную идею получилось реализовать сотрудникам концерна «Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ). Система разработана и выпускается данным концерном. Впервые прототип комплекса представили в июне 2010 в Париже на выставке «EuroSAT».

В 2014 году прошли испытания на полигоне под Ахтубинском в Астраханской области. Тогда по вертолету Ми-8, стоящему на земле с установленным на нем «Витебском», были выпущены 20 ракет типа «Игла». Ни одна из них не смогла поразить цель.

В то время никто из зарубежных специалистов особо не понял серьезности новинки от российских специалистов. Но как только она начала работать на наших вертолетах Ми-17, Ми-35 и Ка-52 в Сирии, а теперь и в зоне специальной операции на Украине, многим стало понятно, что этот комплекс себя полностью оправдывает.

Бортовой комплекс обороны «Витебск» (изделие Л370) предназначен для защиты самолета (вертолета) от поражения стационарными зенитно-ракетными, переносными зенитно-ракетными и авиационно-ракетными комплексами управления оружием, имеющими на вооружении ракеты классов «Земля-Воздух», «Воз-



дух-Воздух» с инфракрасными головками самонаведения путём формирования направленных модулированных помех. Система распознает момент пуска и выхода на цель управляемых ракет противника,

а затем в автоматическом или ручном режиме нейтрализует эти ракеты [1].

Некоторые тактико-технические характеристики изделия Л-370 представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1. Некоторые тактико-технические характеристики изделия Л-370

Наименование параметра	Значение
Время выхода изделия в дежурный режим с момента включения, мин.	Не более 5
Диапазон рабочих температур, °С	От -60 до +60
Повышенная относительная влажность воздуха, %	100
Масса изделия, без монтажных рам, кг.	Не более 150
Время непрерывной работы (в ст. условиях), ч.	Не более 5

Функциональная схема изделия Л370, представленная в трёхканальном исполнении (рисунок 1).

Блок управления предназначен для формирования и выдачи команд управления излучателями и блокам питания изделия и обеспечивает:

- управление тремя двухкоординатными цифровыми следящими приводами изделия;
- подключение к устройству управления Л370 по двум каналам связи в режиме оконечного устройства;

— выдачу команд на установку прибора излучателя в середину рабочей зоны в дежурном режиме (при отсутствии команд целеуказания);

— выдачу команд на быстрый разворот (переброс) привода на заданные углы и воспроизведение следящими приборами управляющих команд;

— встроенный контроль функционирования с возможностью передачи результатов контроля в устройства управления Л370.

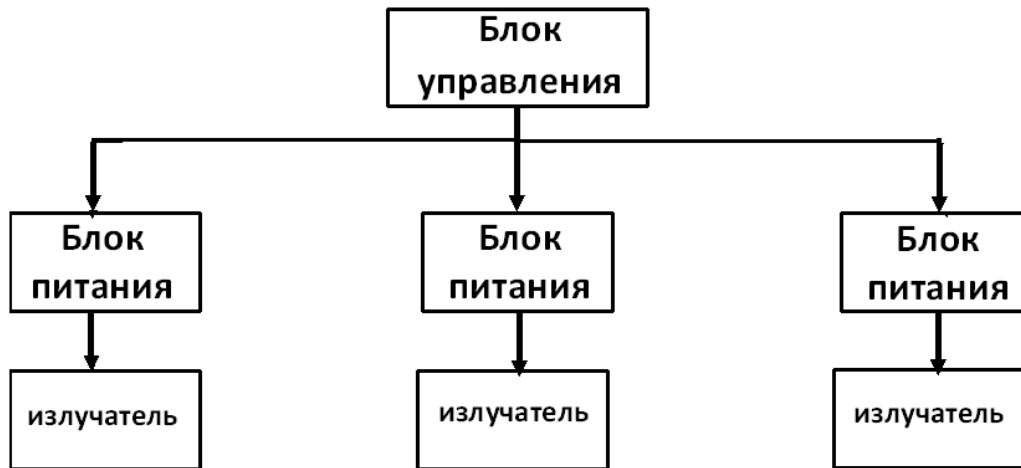


Рис. 1. Функциональная схема Л370

Блок питания предназначен для обеспечения питания излучателя изделия Л370. В состав блока входят:

- автоматы защиты в цепях питания;
- контакторы и реле, обеспечивающие коммутации в электрических цепях;
- выпрямитель силового напряжения с фильтром;
- блок питания дежурной дуги;
- преобразователь напряжения;
- силовой коммутатор;
- устройство управления;
- устройство коммутации и контроля;
- датчики контроля работоспособности основных элементов блока питания;
- электровентиляторы охлаждения силовых элементов блока питания и его конструкции в целом.

Излучатель предназначен для формирования и излучения в заданном направлении амплитудно-модулированного помехового сигнала в оптическом диапазоне длин волн. В состав излучателя входят: излучающее устройство, система перемещения направленности потоков излучения.

В сферической части корпуса, выполненной из радиопрозрачного материала, расположены источник излучения, металлический зеркальный отражатель, зажигающее устройство, иллюминатор и элементы системы охлаждения. Оптический элемент, выполняющий роль светофильтра, обеспечивает требуемый спектральный состав потока помехового излучения. Охлаждение лампы и нагретых элементов конструкций полости сферического корпуса производится четырьмя электровентиляторами [3].

Изделие Л370–5 имеет следующие режимы работы ТР (технологический режим), ДР (дежурный режим) и БР (боевой режим):

Дежурный режим предназначен для поддержания готовности изделия Л370 к быстрому переходу в боевой режим и характеризуется пониженным уровнем мощности излучения.

Технологический режим используется при техническом обслуживании изделия Л370 и подразделяется на технологические дежурный и боевой режимы. Дежурный технологический режим характеризуется пониженным, а боевой технологический режим — номинальным уровнем излучаемой мощности.

Боевой режим является основным режимом работы изделия Л370–5 при создании помехового излучения.

Бортовой комплекс обороны «Витебск» при обнаружении пусков ракет противника использует пассивные помехи, а именно ложные тепловые цели (так называемые «отстрелы») и дипольные отражатели (облако металлизированных полосок). Система БКО взаимодействует с устройством выброса (УВ-26) путём подачи сигнала на устройство об отстреле ложных тепловых целей. То есть в критических ситуациях, когда летчик не успевает вручную выпустить тепловые ловушки, БКО автоматически даёт команду на выброс. Также используется и активная защита которая, за счет действия в инфракрасном и радиодиапазонах, приводит к нарушению работы систем самонаведения ракет: попросту их «слепит» и приводит к самоподрыву. Одновременно система информирует пилотов о ракурсе атаки и характере угроз при обнаружении пусков, что дает возможность организовать ответный удар.

По данным из открытых источников, за последние годы комплекс радиоэлектронной борьбы «Витебск» прошел несколько этапов модернизации. В настоящее время в БКО применяется не только аппаратура разведки оптического и радиотехнического диапазона, оповещения и постановки помех, но и отстреливаемые и буксируемые ловушки, а также универсальные многоспектральные пиропатроны [4].

Недостатками комплекса можно считать чрезмерную чувствительность линз станции оптико-электронного подавления, так, например, во время полётов над населёнными пунктами комплекс давал сигнал об облучении от различных огней, бликов озера и мог производить автоматический выпуск тепловых ловушек. Однако данная проблема уже решена, благодаря снижению чувствительности линз, которые теперь реагируют только на излучение ПЗРК противника. Вторым недостатком комплекса является перегрев после долгого активного

использования; чтобы дать «Витебску» остыть, требуется не менее трёх минут держать систему выключенной, что может прерывать выполнение боевой задачи в случае перегрева.

Однако несмотря на это, главным преимуществом комплекса «Витебск» является его способность, буквально выжигать устройство головки самонаведения ракеты противника, с помощью мощного луча, посылаемого станцией оптико-электронного подавления. Так же плюсом системы является её многофункциональность: комплекс считывает данные с пеленгатора факта пуска ракет и аппаратуры обнаружения лазерного облучения, даёт команду на выброс тепловых ложных целей устройством УВ-26, а также «ослепляет» ракету противника своим излучением. Третьим выделяющимся преимуществом является способность бортового комплекса обороны определять параметры полёта ракеты (направление движения, расстояние от воздушного судна, класс ракет, скорость).

По данным производителя, «Витебск» — это целая серия бортовых комплексов обороны, которые могут быть установлены на любой тип крылатых машин, в том числе военно-транспортной и гражданской авиации. БКО «Витебск» существует в разных модификациях. Для вертолетов используется версия Л-370, для самолетов — «Витебск-25» [4].

Кроме того, эту систему можно установить на различные типы гражданских воздушных судов. По официальным данным, комплекс установлен на «борту № 1» Ил-96–300, на котором летает президент России. В экспортном исполнении изделие получило название «Президент-С» (President-S). Этот комплекс стоит на вертолете Ми-17, который использует президент Египта [5].

В ходе спецоперации на Украине на сегодняшний день вся армейская авиация — вертолеты и штурмовики — имеют на своем борту такие комплексы. По свидетельствам пилотов, система выдерживает сразу несколько выстрелов из ПЗРК различных модификаций и позволяет благополучно вернуться на аэродром. По тем же свидетельствам, известно, что, без данного комплекса обороны не осуществляется ни один боевой вылет вертолетов ВС РФ. Так, например, лётчики ВВС при боевом вылете Ми-24, необорудованного БКО Л-370, выполняет полёт в паре с Ми-8, на котором стоит данный комплекс — то есть выполняют полёт под прикрытием.

Подводя итоги вышесказанного, можно сделать вывод, что изучаемая тема статьи крайне актуальна, так как бортовой комплекс обороны «Витебск» является неотъемлемой частью обеспечения безопасности воздушных судов и активной радиоэлектронной борьбы со средствами ПВО противника.

#### Литература:

1. Сайт Министерства Обороны Российской Федерации. Новостная статья. 2023.
2. Сетевое издание «Военное обозрение». (<https://topwar.ru>) 2023.
3. «Руководство по технической эксплуатации изделия Л370–5 — описание и работа» 2022.

4. АО «Газета. Ру» 2023. Москва. Статья — «Ракета убивает себя».
5. МИА «Россия сегодня» Сетевое издание РИА Новости 2022.

## LCA as a tool in SEA of municipal solid waste management in Vietnam

Nguyen Thanh Hoa, Doctor of science;  
Vu Hoang Hoa, Associate Professor, Doctor of science  
Thuyloi University (Hanoi, Vietnam)

*Life cycle assessment (LCA) is considered as an effective tool in strategic environmental assessment (SEA), which used to manage of municipal solid waste in Vietnam. The process integrated decision-support tools for scenario planning, public participation and environmental assessment. This research describes the use of LCA for environmental assessment in solid waste management, with focus on methodology and practical experiences in Vietnam. The results were indicated that based on the characteristics of solid wastes, and availability of disposal options, LCA supports the identification of opportunities for pollution prevention and reductions in resource consumption while taking the entire municipal solid waste life cycle. The primary elements of solid waste management are generation, collection, transportation, treatment, and disposal. Different scenarios were developed and reported as alternatives to the current waste management systems. The most significant environmental savings in Vietnam is material recovery facility (MRF) and energy recovery.*

**Keywords:** life cycle assessment (LCA), municipal solid waste, Vietnam

The generation of solid waste is an inherent outcome of human existence. These wastes encompass materials discarded from human and animal activities, typically in solid form, considered useless or unwanted. Managing solid waste is a multifaceted environmental challenge that demands consideration from technical, economic, environmental, and social perspectives, with a focus on sustainability. To maintain a healthy environment, both municipal and industrial wastes should adhere to the solid waste management hierarchy, which includes prevention, minimization, recovery, incineration, and landfilling [1]. Various techniques can be employed to achieve this objective. One such technique is Environmental Life Cycle Assessment (LCA), a comprehensive analytical tool introduced in the 1960s to assess the raw material and energy limitations in the USA [2]. Initially concentrating on energy and resource requirements of waste, LCA examines environmental aspects and potential impacts throughout a product's life cycle, from raw material acquisition to production, use, and disposal, encompassing the period from when an item becomes valueless and is discarded to when its value is restored by transforming it into usable material or energy. Up until this point, much like other developing nations, Vietnam has faced a shortage of databases and calculation methodologies for evaluating the environmental effects of different waste treatment approaches. This research specifically concentrated on gauging the effects of alternative waste treatment options, encompassing factors such as greenhouse gas (GHG) potential, mitigation measures, energy content, landfill volume reduction, and diverse benefits. The aim was to propose suitable choices through scenario analyses tailored to representative cities in Vietnam [3].

This is especially true for plans that have the potential to impact activities extending well beyond the immediate technical and geographical confines of the plan itself. This situation

is notably applicable to municipal waste plans. The comprehensive systems perspective inherent in life cycle assessment (LCA) (ISO, 2006a, b), which spans from the production stage to disposal, considering both direct and indirect effects, proves valuable in the environmental assessment of Strategic Environmental Assessment (SEA). This helps prevent sub-optimization. Another illustration is provided by Salhofer et al. (2007), who detail the application of LCA in the SEA of a regional waste management plan in Austria [4]. This article presents the application of LCA in SEA of municipal solid waste planning. This process incorporates various planning tools, such as LCA, scenario planning, and participative tools. The primary objective of this approach is to enhance the legitimacy and effectiveness of municipal solid waste, particularly in steering local municipal solid waste systems toward reduced environmental impact. One key aspect involves integrating LCA to provide a broader systems perspective for environmental assessment.

### Methodology

To assess the viability of relevant municipal solid waste treatment options in Vietnam, a scenario analysis employing LCA method was conducted. The LCA models encompass all processes, materials, energy usage, and emissions within their defined system boundaries. To evaluate the impact of alternative waste treatment practices on greenhouse gas (GHG) emissions reduction, energy consumption and generation, landfill volume reduction, and other benefits guiding appropriate selection, a scenario analysis based on these alternative practices was executed. The scenarios were classified based on applicable waste treatment alternatives for Vietnamese cities. This study concentrated on seven scenarios: the baseline scenario, open dumping scenario (S0), sanitary landfill without landfill gas (LFG) recovery scenario (S1), sanitary landfill with LFG

recovery scenario (S2), composting scenario (S3), incineration with energy recovery scenario (S4), and a scenario combining composting and incineration with energy recovery (S5).

**Results and discussion**

Greenhouse Gas Emission and Mitigation

Table 1 illustrates the greenhouse gas (GHG) emissions, measured in concentration of CO<sub>2</sub> equivalent, for each alternative scenario. The assessment focused on GHG emission mitigation through energy generation. The findings indicated that

scenario S4 represented the most effective practice in terms of GHG emission reduction, followed by scenarios S2, S3, S5, S0, and S1. Some scenarios displayed negative GHG emission values, indicating their contribution to GHG mitigation. A significant portion of the total GHG emissions from treatment alternatives was attributed to direct GHG emissions from waste. Nonetheless, the GHG emissions from energy and other facilities also constituted a substantial percentage of the overall GHG emissions, particularly evident in scenarios S4, S5, and S2.

Table 1. Summary of scenario analyses based on GHG emission, volume reduction and productions

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
GHG reduction	20.98	17.27	30.80	27.62	32.62	24.35
Volume reduction (%)	0	0	0	73.61	92.43	96.11
Power production (GWh)	0	0	2.45	0	11.64	1.74
Compost (Gg)	0	0	14.14	0	0	14.14

Landfill Volume Reduction and products from waste treatment alternatives Analysis

They are summarized in Table 1. The findings reveal that scenarios S3, S4, and S5 successfully reduced the volume of residual waste deposited in final disposal sites. Both the composting scenario and incineration scenarios exhibited minimal discharge of residual waste to landfills. Incineration, in particular, demonstrated an exceptional volume reduction, exceeding 85%, while the composting scenario achieved a reduction within the range of 52-79%. Table 1 also outlines the productions resulting from waste treatment alternatives. Composting products, derived from organic waste recycling, were observed in scenarios S3 and S5. Power generation, stemming from the energy recovery option, was generated in scenarios S2, S4, and S5. Scenario S4 emerged as the most efficient power generation practice, followed by scenarios S2 and S5.

The positive impacts and benefits of compost products applied in soil have been assessed by various authors. Hargreaves et al. (2008) highlighted the potential of organic waste com-

posting as a beneficial recycling tool for waste management, reducing landfill-bound waste volume and providing safe fertilizer for agricultural fields. Energy generation, measured in kilowatt-hours, includes both excess energy exported to the national grid and energy recovered according to demand. This has implications for energy consumption (natural resources) and greenhouse gas (GHG) emissions (pollution) from energy consumption and fuel manufacturing processes.

**Conclusion**

LCA proves effective in this setting and enhances best practices by offering a comprehensive systems perspective and a systematic framework. However, it is acknowledged that while LCA surpasses the explicit requirements for environmental assessment in SEA, it falls short in addressing all necessary aspects. Therefore, a complementary use of other tools is essential. Despite encountering methodological challenges when integrating LCA with participative tools and scenario planning, this approach proved innovative in shaping the scope of environmental assessment and in defining and evaluating alternatives.

References:

1. A.M. Ferrari, L. Volpi, D. Settembre-Blundo, F.E. García-Muina Dynamic life cycle assessment (LCA) integrating life cycle inventory (LCI) and Enterprise resource planning (ERP) in an industry 4.0 environment. — Journal of Cleaner Production, 2021.
2. Tukker A. Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment. — Environ Impact Assess, 2000.
3. Thanh, Nguyen & MATSUI, Yasuhiro. Scenario Analyses on Municipal Solid Waste Treatment Alternatives in Vietnam by using Life-cycle Approach. — Conference: 7th Asian Pacific Landfill Symposium (APLAS): Sustainable Solid Waste Management for a Better Life,2012
4. Salhofer, S., Wassermann, G., & Binner, E. Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study. — Environmental Modelling Software,2007.

## Постоянные времени для катушек индуктивности в цепях постоянного и переменного тока

Оразов Гурбандурды, старший преподаватель;

Оразов Тойлы Тиркешивич, преподаватель;

Сейлиев Арсланбек Азизович, студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт (г. Ашхабад)

В работе вводятся понятия трех видов постоянных времени для катушек индуктивности, находящихся в цепях постоянного и переменного тока. Они активные, реактивные и полные постоянные времена. Приводятся экспериментальные данные по определению этих постоянных времени и соответствующих им частот. Полученные экспериментальные данные совпадают с теоретическими.

**Ключевые слова:** цепь, сопротивление, реактив, актив, ток, процесс, индуктивность.

При изучении переходных явлений (процессов) в цепях с индуктивной петлей можно выделить три ситуации:

- 1) идеальный случай ( $X_L \ll R$ ), когда учитывается только активное сопротивление  $R$ , и не учитывается реактивное сопротивление  $X_L$ ;
- 2) идеальный случай ( $R \ll X_L$ ), когда учитывается только реактивное сопротивление  $X_L$ , а не активное сопротивление  $R$ ;
- 3) реальный случай, когда учитываются активное сопротивление  $R$  и реактивное сопротивление  $X_L$ .

Для характеристики возможных переходных событий в трех упомянутых случаях можно ввести следующие понятия постоянной времени:

$$\begin{aligned} \tau_R &= \frac{L}{R} \quad \text{— активное время;} \\ \tau_L &= \frac{L}{X_L} \quad \text{— реактивное время;} \\ \tau_Z &= \frac{L}{Z} \quad \text{— полное время;} \end{aligned} \tag{1}$$

Поскольку существуют цепи как постоянного, так и переменного тока, эти цепи будут иметь свои собственные постоянные времена. Давайте сначала посмотрим на постоянные времена, которые характеризуют цепь переменного тока. Постоянные времена для этих цепей:

$$\tau_{R\sim} = \frac{L}{R\sim} \quad \tau_{L\sim} = \frac{L}{X\sim} \quad \tau_{Z\sim} = \frac{L}{Z\sim} \tag{2}$$

Общее сопротивление отвода в цепи переменного тока определяется следующим образом [1,2].

$$Z_{\sim} = \sqrt{R_{\sim}^2 + X_{\sim}^2} \tag{3}$$

Подставив это уравнение в формулу 2, преобразуем приведенную выше формулу математически, учитывая в том числе и формулу 1.

$$\begin{aligned} \tau_{Z\sim} &= \frac{L}{Z_{\sim}} = \frac{L}{\sqrt{R_{\sim}^2 + X_{\sim}^2}} & \tau_{Z\sim}^2 &= \frac{\frac{L^2}{R_{\sim}^2}}{1 + \frac{L^2}{R_{\sim}^2 \cdot \tau_{L\sim}^2}} \\ \tau_{Z\sim} &= \frac{\tau_{R\sim}}{\sqrt{1 + \frac{\tau_{R\sim}^2}{\tau_{L\sim}^2}}} & \text{или} & \tau_{Z\sim} &= \frac{\tau_{R\sim} \tau_{L\sim}}{\sqrt{\tau_{R\sim}^2 + \tau_{L\sim}^2}} \end{aligned} \tag{4}$$

Теперь давайте посмотрим на постоянные времена, характеризующие цепь постоянного тока. Установлено, что в цепи постоянного тока с индуктивной петлей имеется реактивное сопротивление, а полное сопротивление петли определяется следующим соотношением. [3,4].



$$Z_{\sim} = R_{\sim} + X_{\sim} \tag{5}$$

Для постоянного контура:

$$\tau_{R_{\sim}} = \frac{L}{R_{\sim}}, \quad \tau_{L_{\sim}} = \frac{L}{X_{\sim}}, \quad \tau_{Z_{\sim}} = \frac{L}{Z_{\sim}}$$

$$\tau_{Z_{\sim}} = \frac{L}{Z_{\sim}} = \frac{L}{R_{\sim} + X_{\sim}}, \quad \tau_{Z_{\sim}} = \frac{\frac{L}{R_{\sim}}}{1 + \frac{L}{R_{\sim}\tau_{L_{\sim}}}}$$

$$\tau_{Z_{\sim}} = \frac{\tau_{R_{\sim}}}{1 + \frac{\tau_{R_{\sim}}}{\tau_{L_{\sim}}}} \quad \text{или} \quad \tau_{Z_{\sim}} = \frac{\tau_{R_{\sim}} \cdot \tau_{L_{\sim}}}{\tau_{R_{\sim}} + \tau_{L_{\sim}}}$$

Введем следующие определения:

$$\omega_R = \frac{1}{\tau_R} \quad \omega_L = \frac{1}{\tau_L} \quad \omega_Z = \frac{1}{\tau_Z} \tag{7}$$

Здесь:

$\omega_R, \omega_L, \omega_Z$  высоты,  $\tau_R, \tau_L, \tau_Z$  временные эквиваленты по точности

При регистрации в цепи переменного тока (7):

$$R_{\sim} = \omega_R L \quad X_{L_{\sim}} = \omega_L L \quad Z_{\sim} = \omega_Z L \tag{8}$$

Для цепи постоянного тока:

$$R_{\sim} = \omega_R L \quad X_{L_{\sim}} = \omega_L L \quad Z_{\sim} = \omega_Z L \tag{9}$$

По результатам экспериментов установлено, что индуктивность в цепи постоянного и переменного тока принимает одинаковые значения,

$$L_{\sim} = L_{\sim} = L \tag{10}$$

То их можно объяснить следующим образом.

$$L = \frac{X_{L_{\sim}}}{\omega L_{\sim}} \quad L = \frac{X_{L_{\sim}}}{\omega L_{\sim}} \quad \frac{X_{L_{\sim}}}{\omega L_{\sim}} = \frac{X_{L_{\sim}}}{\omega L_{\sim}}$$

$$\omega_{R_{\sim}} = \frac{R_{\sim} \omega_{R_{\sim}}}{R_{\sim}} \quad \omega_{L_{\sim}} = \frac{X_{L_{\sim}} \omega_{L_{\sim}}}{X_{L_{\sim}}} \quad \omega_{Z_{\sim}} = \frac{Z_{\sim} \omega_{Z_{\sim}}}{Z_{\sim}} \tag{11}$$

В цепях постоянного и переменного тока частотой  $f=50$  Gs полученные для двух цифровых индукторов  $\omega_1=1200$  и  $\omega_2=1400$  с одинаковыми значениями представлены в следующих таблицах:

Таблица 1

$\omega$	$U_{\sim}$ [W]	$I_{\sim}$ [A]	$U_{R_{\sim}}$ [W]	$U_{L_{\sim}}$ [W]	$X_{L_{\sim}}$ [Om]	$R_{\sim}$ [Om]	$L_{\sim}$ [Gn]	$Z_{\sim}$ [Om]	$\omega_{L_{\sim}}$ $S^{-1}$	$\omega_{R_{\sim}}$ $S^{-1}$	$\omega_{Z_{\sim}}$ $S^{-1}$
1200	20	0,38	5,1	14,9	39,2	13,42	0,19	52,63	206,315	70,63	277
1400	20	0,255	8,9	11,1	43,53	34,9	0,709	78,43	61,396	49,22	110,62

Таблица 2

$\omega$	$U_{\sim}$ [W]	$I_{\sim}$ [A]	$P_{\sim}$ [Wt]	$\cos \varphi$	$X_{L_{\sim}}$ [Om]	$R_{\sim}$ [Om]	$L_{\sim}$ [Gn]	$Z_{\sim}$ [Om]	$\omega_{L_{\sim}}$ $S^{-1}$	$\omega_{R_{\sim}}$ $S^{-1}$	$\omega_{Z_{\sim}}$ $S^{-1}$	$\varphi^0$
1200	24	0,38	3	0,3289	59,65	20,77	0,19	63,16	314	109,3	332,42	70,8
1400	58	0,255	3	0,2028	222,72	46,14	0,709	227,45	314	65,08	320,8	78,3

$\tau_{Z=}$  и  $\tau_{Z\sim}$  -  $\omega_{R=}$  и  $\omega_{L=}$  можно понять:

$$\tau_{Z=} = \frac{\tau_{R=}\tau_{L=}}{\tau_{R=} + \tau_{L=}} = \frac{1}{\omega_{R=} + \omega_{L=}} = \frac{1}{\omega_{Z=}} \quad (12)$$

$$\tau_{Z\sim} = \frac{\tau_{R\sim}\tau_{L\sim}}{\sqrt{\tau_{R\sim}^2 + \tau_{L\sim}^2}} = \frac{1}{\sqrt{\omega_{R\sim}^2 + \omega_{L\sim}^2}} = \frac{1}{\omega_{Z\sim}}$$

Здесь:

$$\omega_{Z=} = \omega_{R=} + \omega_{L=} \quad \omega_{Z\sim} = \sqrt{\omega_{R\sim}^2 + \omega_{L\sim}^2} \quad (13)$$

Для нахождения частот в цепи переменного тока измеряем величины и пользуемся следующими формулами:

$$Z_{\sim} = \frac{U_{\sim}}{I_{\sim}} \quad \cos\varphi = \frac{P_{\sim}}{U_{\sim}I_{\sim}} \quad R_{\sim} = Z_{\sim} \cos\varphi \quad X_{L\sim} = Z_{\sim} \sin\varphi \quad (14)$$

$$L_{\sim} = \frac{X_{L\sim}}{\omega_{L\sim}} \quad \omega_{R\sim} = \frac{R_{\sim}}{L} \quad \omega_{L\sim} = \frac{X_{L\sim}}{L} \quad \omega_{Z\sim} = \frac{Z_{\sim}}{L}$$

Найдем индуктивные параметры и  $\tau_{R\sim}$ ,  $\tau_{L\sim}$ ,  $\tau_{Z\sim}$  соответствующие скорости для постоянных времен.

Для нахождения частот в цепи постоянного тока измеряем величины и пользуемся следующими формулами:

$$Z_{=} = \frac{U_{=}}{I_{=}} \quad R_{=} = \frac{U_{R=}}{I_{=}} \quad X_{L=} = Z_{=} - R_{=}, \quad (15)$$

$$\omega_{R=} = \frac{R_{=}}{L} \quad \omega_{L=} = \frac{X_{L=}}{L} \quad \omega_{Z=} = \frac{Z_{=}}{L}$$

Находим параметры петли индуктивности и  $\tau_{R=}$ ,  $\tau_{L=}$ ,  $\tau_{Z=}$  их частоту соответствующую постоянным времени.

Экспериментально полученные частоты можно проверить по формуле (13):

$$\begin{aligned} \omega_{Z=} &= 206,315 + 70,63 = 276,945 \approx 277 \text{ S}^{-1} \\ \omega_{Z=} &= 61,396 + 49,22 = 110,62 \text{ S}^{-1} \\ \omega_{Z\sim} &= \sqrt{314^2 + 109,3^2} = 332,479 \text{ S}^{-1} \\ \omega_{Z\sim} &= \sqrt{314^2 + 65,08^2} = 320,67 \text{ S}^{-1} \end{aligned}$$

Литература:

1. Буртаев, Ю. В., Овсянников П. Н. Теоретические основы электротехники/Под редакцией М. Ю. Зайчика. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
2. Борисов, Ю. М и др. Электротехника/Ю. М. Борисов, Д. Н. Липатов, Ю. Н. Зорин. — М.: Энергоатомиздат, 1985.
3. Т. А. Kuliýew, M. Bendow «Elektrik shemalarynyň dördünji elementi», Türkmenistanda Ylym we tehnika, 2016, № 5.
4. Т. А. Kuliýew, M. Bendow «Hemişelik toguň zynjyryndaky induktiw tegegiň reaktiw garşylygy» Bilim, 2018, № 1 sahypa 29.

## Исследование основных типов угроз для БЛА коптерного типа и их классификация

Полунин Александр Сергеевич, студент магистратуры

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

Хаметов Рустам Саидович, советник генерального директора

ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А. А. Расплетина» (г. Москва)

С ростом популярности беспилотных летательных аппаратов (БЛА) коптерного типа в различных сферах применения возникает необходимость и вызовы в области их безопасности и защиты. Количество случаев применения БЛА в вооружённых конфликтах для доставки медицинских грузов первой помощи, гуманитарных грузов мирному населению, а также их применение в различных сферах повседневной деятельности будет увеличиваться.

Однако, основной проблемой при выполнении гуманитарных и боевых миссий с использованием БЛА является опасность их уничтожения с помощью наземных средств, систем ПВО, а также создания других препятствий для срыва выполнения задач.

Чтобы повысить вероятность успешного выполнения различных миссий БЛА, необходимо разработать специализированное бортовое и наземное оборудование, а также совершенствовать тактики применения.

**Ключевые слова:** БЛА коптерного типа, классификация типов угроз, способы воздействия, обнаружение, поражение, противодействие.

**Ц**ель данной статьи — провести обзор существующих методов обнаружения БЛА коптерного типа, выявить актуальные угрозы и методы противодействия БЛА для того, чтобы в дальнейшем определить перспективные технологии, применение которых позволит повысить безопасность и эффективность использования БЛА.

В статье рассмотрены основные типы угроз для БЛА, проведена их классификация.

#### **Основные способы обнаружения БЛА**

1. Радиочастотное обнаружение (сканирование радиоэфира) — является одним из основных методов обнаружения. Данный метод основан на выявлении и детектировании характерных радиосигналов, используемых для управления БЛА, что позволяет их обнаруживать на расстоянии 1,5 км и более.

Недостатком данного способа является невозможность обнаружения БЛА в режиме радиомолчания.

2. Радиолокационные станции (РЛС) — это устройства, работа которых основана на излучении радиоволн и обнаружении объектов по отраженному сигналу. Расстояние до объекта определяется по времени задержки между излучением и приемом отраженного сигнала.

РЛС имеют различные характеристики, такие как частота излучения, мощность излучения, угол обзора, минимальная и максимальная дальность обнаружения.

РЛС позволяют обнаруживать БЛА на расстояниях от 0,2 км до 10 км в зависимости от высоты полета и размера летательного аппарата.

Основным недостатком радиолокационных систем является сложность в обнаружении низколетящих объектов.

3. Лидар (лазерный радар) — это прибор, который использует лазерный луч для обнаружения и измерения расстояния до объектов по времени задержки между излучением и приемом отраженного от объекта лазерного импульса. По данным лидара вычисляется скорость и направление движения БЛА.

В последнее время лидары стали использоваться для обнаружения БЛА. Это связано с тем, что на близком расстоянии РЛС не всегда могут обнаружить малоразмерные и медленно летящие цели, а также имеют высокую стоимость.

Достоинства: возможность обнаружения объектов на близкой дистанции в режиме радиомолчания.

Недостатки: заметность в оптическом спектре, малая дальность обнаружения (не более 1 км).

4. Оптико-электронные системы (ОЭС) (визуальное обнаружение) — это оптические устройства, в основе ко-

торых лежит ПЗС-матрица высокого разрешения и специализированное программное обеспечение. Данные устройства позволяют обнаруживать малоразмерные воздушные цели в автоматическом режиме и выполняют распознавание с помощью базы данных.

Основными характеристиками ОЭС являются: разрешение, дальность обнаружения, угол обзора, скорость обработки данных.

Дальность обнаружения малогабаритных объектов, не более 30 см, составляет до 1,2 км.

5. Звуковое обнаружение (аудиоаналитика) — это способ обнаружения, работающий на регистрации звуковых волн, излучаемых БЛА. Принцип работы устройства звукового обнаружения основан на выделении и анализе звуковых волн, которые производит БЛА во время полета.

Устройство звукового обнаружения может иметь несколько микрофонов, расположенных в разных местах и связанных в единую систему.

Достоинства: возможность обнаружения БЛА в пассивном режиме.

Недостатки: малая дальность обнаружения — десятки, сотни метров.

#### **Основные способы физического воздействия на БЛА**

1. Стрелковое оружие — является эффективным способом борьбы с БЛА, на расстоянии от 0 м до 50 м (дробь, картечь), от 0 м до 300 м (пули разного калибра), например, в случае, когда БЛА находится на высоте единиц метров и не может быть сбито ракетами или другими средствами ПВО.

Вероятность поражения БЛА стрелковым оружием может быть повышена за счет увеличения плотности огня.

2. Пушечное оружие представляет собой еще один способ воздействия на БЛА.

Эффективность воздействия на БЛА пушечным оружием зависит от различных факторов, в том числе от расстояния до БЛА, его скорости и маневренности. В настоящее время эффективность показали только снаряды с управляемым подрывом. Недостатком является возможность поражения наземных объектов.

3. ЗУР (зенитно-управляемая ракета) — обладает рядом преимуществ по сравнению с пушечным оружием. ЗУР обладает большей дальностью применения, управляется с помощью наземных средств или головок самонаведения, при этом ЗУР имеет ограничения по минимальной дальности применения.

4. Противотанковая управляемая ракета (ПТУР), оснащенная неконтактным датчиком цели, может быть применена по низколетящим воздушным целям, скорость которых не превышает до 60 км/ч.

5. РЭБ (радиоэлектронная борьба) — это система, предназначенная для подавления или нарушения работы радиоэлектронного оборудования противника. Принцип действия РЭБ заключается в использовании различных методов и средств для создания помех или блокировки радиосигналов, используемых БЛА для связи, навигации и управления.

6. Поражение интенсивным лазерным излучением — развивающийся метод воздействия на БЛА и его оптические средства.

7. Поражение БЛА электромагнитным импульсом является перспективной технологией противодействия БЛА. Электромагнитный импульс может быть создан как наземным оборудованием, так и боевой частью средства поражения.

8. Одним из способов физического воздействия на БЛА являются выбрасываемые сети и ленты, которые предназначены для создания препятствия вращению винтов и полету БЛА. Недостатком данных устройств является малая дальность воздействия на БЛА.

9. Популярным способом препятствия боевому применению БЛА является создание различных преград таких как сети, защитные экраны, деревянные щиты, обваловка, заглубление.

Рассмотренные выше способы обнаружения и физического воздействия являются дискретными элементами (угрозами) противодействия БЛА и по отдельности применяются крайне редко, однако их классификация важна для рассмотрения и построения комплексов ПВО таких как ПЗРК, ЗРК, ЗРПК, РЭБ.

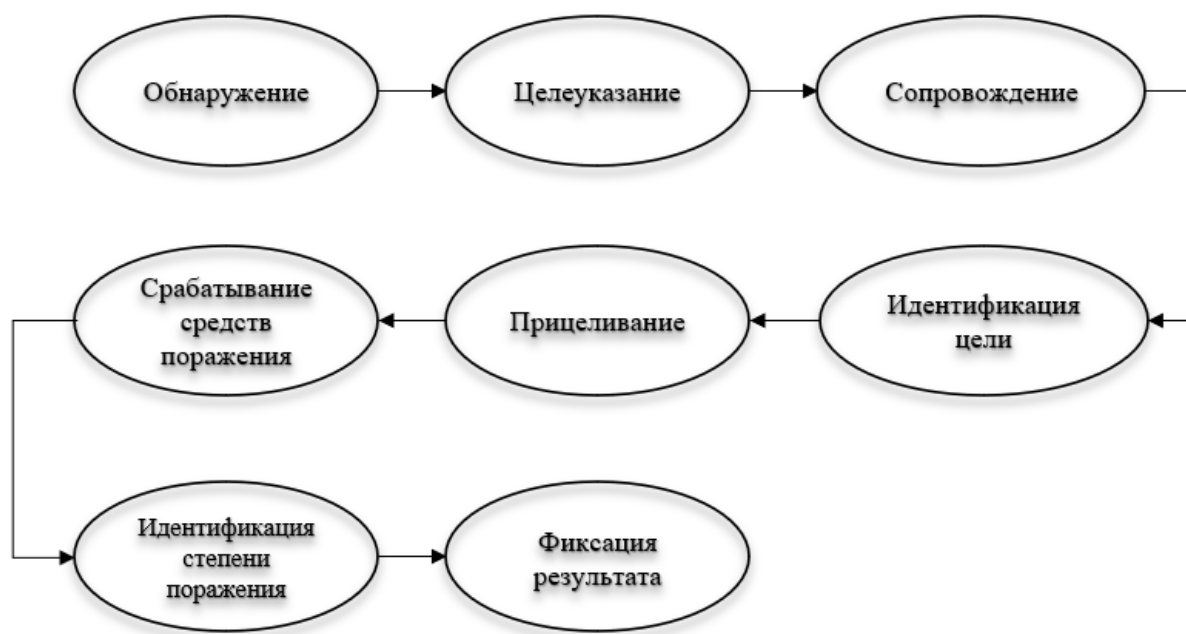
В Таблице 1 представлена классификация элементов противодействия БЛА.

Таблица 1. Классификация элементов противодействия БЛА

№ п/п	Типы угроз	Зона эффективной работы — дальность обнаружения/поражения		Оценка (порядок) стоимости, млн. руб.
		Минимальная	Максимальная	
Обнаружение (пассивная угроза)				
1	Лидар	5 м	300 м	5
2	Звуковое обнаружение	0 м	100 м	2
3	ОЭС	10 м	1200 м	20
4	Радиочастотное обнаружение	0 м	1000 м	30
5	РЛС	0,2 км	10 км	100
Поражение (активная угроза)				
6	Пассивная защита	0	0	0,1-1
7	Ударный БЛА перехватчик	2 м	20 м	3
8	Комплексы активной защиты (КАЗ):	2 м	50 м	10
9	Средства сковывания движений (устройства для метания сети)	10 м	50 м	3
10	Дробь	1 м	20 м	0,01-0,1
11	Картель	1 м	50 м	0,01-0,1
12	Пули	1 м	500 м	0,3-0,5
13	Электромагнитный импульс	1 м	1000 м	200
14	Пушечное вооружение	100 м	2000 м	5
15	ПТУР	100 м	2000 м	5
16	Лазерные установки	10 м	1000 м	300
17	ЗУР	100 м	15000 м	15
Вмешательство в связь и управление				
18	Постановка помех в канале навигации	50 м	1500 м	10
19	Постановка помех в канале передачи данных	50 м	1500 м	10
20	Постановка радиопомех в канале управления	50 м	1500 м	10
Физические преграды и препятствия				
21	Стационарные сети или покрытия	0	0	0,5
22	Природные преграды	0	0	—
23	Здания и сооружения	0	0	—
24	Дымовая завеса	0	50 м	0,3

**Составляющие (компоненты) комплексов противодействия БЛА**

Рассмотрим типовую последовательность действий комплексов противодействия БЛА и других средств поражения (см. Рисунок 1).



**Рис. 1. Типовая последовательность действий при поражении БЛА**

Приведем примеры состава типовых зенитных комплексов и систем противодействия БЛА:

1. ЗРПК (зенитный ракетно-пушечный комплекс) состоит из следующих элементов обнаружения и воздействия:

- радиолокационная станция обнаружения и сопровождения целей;
- ОЭС — используется оператором для слежения и наведения на цель, а также принятия решений;
- ЗУР — используется для поражения воздушных целей на дальних дистанциях;
- пушечное вооружение — используется для поражения воздушных целей на ближних дистанциях;
- пункт управления — осуществляет управление и координацию действий ЗРПК, принимает данные о целях от радиолокационной станции и передает команды на наведение ракет на цели;
- автоматизированные системы управления — обеспечивают автоматическое управление процессом обнаружения, сопровождения и поражения целей, а также обмен информацией между элементами ЗРПК.

2. ЗРК (зенитный ракетный комплекс) состоит из следующих элементов обнаружения и воздействия:

- радиолокационная станция обнаружения и сопровождения целей;
- ОЭС — используется оператором для слежения и наведения на цель, а также принятия решений;
- ЗУР — используются для поражения воздушных целей на дальних дистанциях;
- пункт управления — осуществляет управление и координацию действий ЗРПК, принимает данные о целях

от радиолокационной станции и передает команды на наведение ракет на цели.

3. РЭБ состоят из:

- радиотехнические разведывательные средства — используются для обнаружения и определения параметров радиотехнических средств противника;
- средства подавления — используются для подавления или искажения работы радиотехнических средств противника;
- средства активной защиты — предназначены для обнаружения и уничтожения радиоэлектронных средств противника;
- системы управления — обеспечивают управление процессом обнаружения и воздействия, а также обменом информацией между элементами комплекса РЭБ.

4. Система пассивной защиты включает в себя:

- углубление;
- обваловка;
- защитный экран;
- сетка;
- маскировка.

**Выводы**

В ходе исследования были рассмотрены основные элементы противодействия БЛА, проведена их классификация с оценкой зоны их эффективной работы, а также типовые составляющие комплексов противодействия БЛА.

Рассмотрен типовой алгоритм работы различных комплексов противодействия БЛА, состав которых может быть сформирован из различного набора элементов противодействия.



Исследование показывает, что для повышения живучести и вероятности выполнения миссий БЛА необходимо учитывать все возможные угрозы и виды воздействия. Анализ типов угроз, в зависимости от выполняемых БЛА задач, показывает направления, которые необходимо совершенствовать для обеспечения соответствующих мер защиты. При этом важно учитывать, что защита БЛА должна быть комплексной и включать в себя не только техниче-

ские средства, позволяющие повысить эффективность бортового и наземного оборудования, но и обучение операторов различным тактикам, позволяющим снизить вероятность поражения БЛА и/или минимизировать угрозы.

Дальнейшие исследования в области систем защиты БЛА, позволят определить перспективные методы и технологии, способные повысить эффективность применения БЛА в условиях противодействия.

#### Литература:

1. Оптико-электронные системы для робототехнических комплексов, Шкадаревич А.П., Петрович И.П., Рудиков С.И., НТЦ «ЛЭМТ», Минск, Республика Беларусь.
2. Антенны и радары с электронным управлением лучом/Под ред. А.И. Синани, Г.В. Каймана. — М.: Радиотехника, 2016.
3. Радиолокационные системы: как они работают и где применяются? <https://www.karneev.com/stati/radiolokatsionnye-sistemy/>
4. Стрельба сетью: Тактическое оружие <https://forum.guns.ru/forummessage/51/658262.html>
5. Зонтик для бронетехники — активная защита. От КАЗ «Дрозд» до «Афганита» <https://naukatehnika.com/zontik-dlya-bronetexniki-%E2%80%94-aktivnaya-zashhita.-ot-kaz-drozd-do-afganita.html>
6. Средства борьбы с беспилотниками <https://www.karneev.com/stati/sredstva-borby-s-besplotnikami/>
7. Система обнаружения и подавления БПЛА <https://glory-air.ru/uav-detection>
8. Противодействие БПЛА. Защита от дронов и квадрокоптеров <https://www.ao-avtomatika.ru/media/blog/protivodeystvie-bpla-zashchita-ot-dronov-i-kvadrokopteroev/>

## Беспилотные летательные аппараты: понятие, значение для современности и перспективы развития

Селюжицкий Константин Юрьевич, сотрудник;

Смоляков Данила Сергеевич, сотрудник

Научный руководитель: Беляев Николай Николаевич, кандидат юридических наук, сотрудник;

Научный руководитель: Самойленко Виталий Владимирович, сотрудник

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации (г. Орел)

*В статье рассмотрены задачи беспилотных летательных аппаратов, а также их основное предназначение для гражданской и военной авиации. Изучены функции и предложены перспективы развития беспилотных летательных аппаратов.*

*Ключевые слова:* беспилотный летательный аппарат, гражданская авиация, военная авиация.

В повседневной жизни, особенно в современных реалиях, мы часто слышим слова «беспилотник», «дрон» или «БПЛА». В соответствии с правилами использования воздушного пространства Российской Федерации, **беспилотный летательный аппарат** (далее — БПЛА) определяется как «летательный аппарат, выполняющий полёт без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полёте автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов» [1]. Необходимо отметить, что БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров. Управление беспилотниками может осуществляться эпизодической подачей команд

или непрерывно — в последнем случае БПЛА называют дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА).

Предпосылки появления беспилотных летательных аппаратов берут своё начало ещё с двадцатого века — со времён Первой мировой войны, когда появлялись первые идеи создания таких «автономных» аппаратов. Однако в тот момент возникали сложности в производстве подобных машин, следовательно, ни США, ни Германия, ни другие страны в боевых действиях БПЛА не применяли. Идеи, заложенные в те годы, нашли свое применение к началу Второй мировой войны — массово выпускались беспилотные объекты типа Target.

Со временем технологии создания беспилотных летательных аппаратов усовершенствовались, и их количе-

ство постоянно увеличивалось. Как результат мы видим, что аппараты управляемые дистанционно или автоматически стали частью нашей жизни не только в сфере военной авиации (выполняя, например, функции разведки, мониторинга ситуации), но также и в сфере гражданской авиации (например, предотвращая лесные пожары). Именно поэтому необходимо разграничивать функции и степень значимости БПЛА, следовательно, нужно более детально рассмотреть роль беспилотных летательных аппаратов как в одном виде авиации, так и в другом.

Говоря о задачах БПЛА, важным является то, что они могут решать разведывательные задачи (на сегодняшний день это основное их предназначение), применяться для нанесения ударов по наземным и морским целям, перехвата воздушных целей, осуществления постановки радиопомех, управления огнём и целеуказания, ретрансляции сообщений и данных, доставки грузов. Всё это подчеркивает важную значимость беспилотных летательных аппаратов, особенно в период специальной военной операции.

Рассматривая роль «беспилотников» в военной авиации, важно отметить, что боевые действия — классическая сфера применения беспилотников. В современной военной промышленности используются высокотехнологические модели БПЛА, которые активно применяются в качестве средства разведки, системы ударной авиации, координаторов наземных действий. В настоящее время беспилотники зарекомендовали себя как высокоэффективное военное средство многопланового использования, которое проявляется в следующем:

- разведывательные действия;
- передача сведений в наземный пункт в реальном времени;
- нанесение поражения личному составу и военной технике противника;
- наведение авиации на наземные цели;
- корректировка огня ракетных войск;
- отвод внимания противника через создание ложных целей;
- ретрансляция связи.

Справедливо считать БПЛА высококлассным технически-оснащенным средством в силу следующих особенностей:

### **1. Во-первых, автономность.**

Данная характеристика делает дроны надёжными разведчиками в силу того, что они способны исследовать труднодоступную местность, фиксировать полученные данные и оперативно передавать их в наземный штаб. Кроме того, беспилотники являются всепогодным средством разведки.

### **2. Во-вторых, экономия на эксплуатации.**

Ключевым фактором экономии при эксплуатации беспилотных летательных аппаратов является отсутствие необходимости нанимать и обеспечивать оплату пилотов и бортового персонала. Это уменьшает значительную

часть расходов и снижает затраты на обучение, страхование и медицинские расходы.

### **3. В-третьих, способность одновременно выполнять группу поставленных задач.**

Беспилотники выполняют в бою сразу несколько функций: разведки, координации, информирования и атаки.

### **4. В-четвертых, отсутствие такой проблемы, как «человеческий фактор».**

Использование беспилотников препятствует появлению, например, такой проблемы, как экстремальная нагрузка на психику пилота, ведь действия дрона запрограммированы и управляются оператором, который находится вне опасности и способен рассуждать рационально, абстрагируясь от сильных внешних воздействий.

Говоря о значимости «беспилотников» в гражданской авиации, следует отметить, что их роль намного разнообразнее, нежели в военной, ведь они занимаются как быденными вещами, такими как аэросъёмка, так и более важными, например, предотвращают лесные пожары или доставляют грузы в места, маршрут до которых является крайне сложным. В зависимости от сферы использования, функции БПЛА также можно разделить на категории:

БПЛА используются в лесном картографировании, для получения актуальной и достоверной информации о состоянии лесных угодий. Оперативное планирование лесозаготовок, развитие лесной инфраструктуры, проектирование противопожарных и лесозащитных мероприятий, воспроизводство лесной структуры и многое другое;

- в энергетике и связи применяют для мониторинга и картографирования линий связей, для поддержки работ по энергетике на местности;
- для землеустройства и кадастра: фотосъёмка земельных участков, определение размеров, местоположения и других характеристик земельных участков;
- в дорожном хозяйстве: аэрофотосъёмка железных и автомобильных дорог, оценка состояния дорог;
- в сельском хозяйстве: наблюдение и фотосъёмка за сельскохозяйственными культурами;
- для охраны окружающей среды: фотосъёмка природных комплексов и заповедников.

Тенденции развития и совершенствования авиационной беспилотной техники тесно связаны с продолжением процессов структурной перестройки промышленности, национальными приоритетами развития науки и техники, конъюнктурой мирового рынка. Предпосылки этих изменений — глобализация экономики, развитие инновационных технологий. В процессе развития БПЛА важнейшее значение имеет деятельность авиационных сообществ, которые непрерывно исследуют эксплуатационные и технические характеристики беспилотных летательных аппаратов, расширяя представление гражданской авиации о полетах без пилота и пассажиров. Например, в 2021 году беспилотники принимали активное участие в прогнозировании паводков на юге России — в Красно-

дарском крае и Крыму. Полученные данные помогли наземным службам правильно скорректировать сброс воды на определенных участках.

Таким образом, мы пришли к выводу о том, что БПЛА входят в число самых перспективных видов воздушной техники. В частности, это проявляется в активном использовании данных аппаратов в силовых ведомствах, Российской армией, а также они находят своё применение в сфере гражданской авиации. Так, беспилотные летательные аппараты помогают не только в разведке и аэро съемке, но и спасают человеческие жизни.

Благодаря чему справедливо говорить о том, что БПЛА способствуют разрешению задач не только в военной авиации, но и в гражданской. В связи с ростом интереса к применению беспилотных летательных аппаратов, в научной среде специалисты особое внимание уделяют не только истории создания БПЛА и их техническим особенностям, но и областям, в которых они могут применяться для дальнейшего развития данного высокотехнологического оборудования.

Рассмотрев текущее состояние технологий и рынка, обратим внимание на перспективы развития беспилотных летательных аппаратов и их потенциальное влияние на нашу жизнь и промышленность в ближайшие десятилетия:

**1. Расширение применений.** БПЛА уже находят применение в сельском хозяйстве, геодезии, городском планировании, мониторинге окружающей среды, транспорте и многих других отраслях. В будущем можно ожидать расширение областей, в которых беспилотные летательные аппараты будут использоваться для доставки товаров, поисково-спасательных операций, пожаротушений, медицинской помощи.

**2. Технологические усовершенствования.** С развитием искусственного интеллекта, БПЛА становятся более способными к самостоятельному принятию решений. Это обеспечивает выполнение сложных задач и улучшение безопасности.

**3. Увеличение автономии.** Будущее БПЛА связано с развитием систем беспилотной автономии, которые позволят им работать в разнообразных условиях без постоянного управления. Это включает в себя усовершенствование систем датчиков, обработку данных в реальном времени и возможность адаптироваться к изменяющимся условиям.

**4. Увеличение безопасности.** Один из главных вызовов для БПЛА — обеспечение безопасности в воздушном пространстве. В будущем можно ожидать развития систем обнаружения и избегания столкновений, а также ужесточения правил для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

**5. Экологические выгоды.** Использование электрических и гибридных двигателей в БПЛА способствует снижению выбросов и улучшению экологических показателей, что важно в контексте борьбы с изменением климата.

**6. Исследования и разработки.** Исследования в области развития БПЛА продолжаются, и это приведет к созданию новых и инновационных типов беспилотных летательных аппаратов с различными характеристиками и функциональностью.

Применение беспилотных летательных аппаратов не только улучшает военные технологии и операции, но и имеет значительное влияние на гражданскую сферу. Они активно внедряются в такие области, как геодезия, геологоразведка, почтовые и товарные перевозки, аграрный сектор, а также в обеспечении безопасности и мониторинге окружающей среды.

Исследование темы развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволило увидеть, насколько эти технологии влияют на современный мир и какие перспективы они открывают для различных отраслей. Это направление технического прогресса демонстрирует высокий потенциал для улучшения эффективности и безопасности многих процессов, а также создает новые возможности для инноваций и развития экономики.

#### Литература:

1. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (ред. от 02.12.2020) // СЗ РФ. — 2020. — Ст. 1991.
2. Моисеев, В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: монография — Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», 2013
3. Моисеев, В.С. Групповое применение беспилотных летательных аппаратов: монография. — Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2017.
4. Винокуров, В.Н. Беспилотные летательные аппараты на службе МЧС России: материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, 2020.

## Современные и перспективные беспилотные летательные аппараты и их разработка

Шургин Владимир Алексеевич, курсант;

Великоднев Андрей Сергеевич, курсант;

Третьяков Илья Дмитриевич, курсант

Научный руководитель: Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

*Ключевые слова:* беспилотный летательный аппарат, перспективы, радиоэлектронная борьба, разработка, применение.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все большее применение в военных действиях и выполняют самые различные задачи. Беспилотным летательным аппаратом можно назвать любое летающее устройство, не имеющее пилота на борту. Каждый беспилотник создается для конкретной сферы применения.

В настоящее время практически все беспилотные летательные аппараты (БПЛА), стоящие на вооружении России, управляются дистанционно, при этом некоторые аппараты стремятся к большей автономности. Представители российского оборонного ведомства отмечают [1], что малые БПЛА являются ключевым фактором успеха нынешних и будущих операций. Они отмечают растущую эволюцию БПЛА от разведки до радиоэлектронной борьбы, ретрансляции связи, доставки грузов, целеуказания и, в конечном счете, нанесения автономных ударов. В перспективе приоритетными направлениями развития военных БПЛА являются внедрение элементов искусственного интеллекта (ИИ) в систему управления беспилотниками, интеграция БПЛА в общее воздушное пространство с пилотируемыми самолетами, а также создание «роев» БПЛА.

Беспилотники «Элерон-3», «Орлан-10» и «Форпост» сегодня интегрированы в контуры разведки-удара и разведки-огня, что обеспечивает получение данных о наземной, надводной и воздушной обстановке в режиме реального времени, что особенно заметно при проведении российской операции в Сирии. В частности, одним из ключевых направлений использования БПЛА стала радиоэлектронная борьба (РЭБ). Наиболее заметным в этой области является комплекс «Леер-3», в состав которого входит БПЛА «Орлан-10» с дальностью действия до 120 км, предназначенный для захвата сотовых вышек и глушения мобильной связи. Этот беспилотный комплекс был замечен на Украине, применялся в Сирии и сегодня широко используется для обучения РЭБ в Вооруженных Силах РФ.

В Сирии Москва впервые применила БПЛА в круглосуточном режиме в 2018 году, это убеждает Министерство обороны в том, что беспилотники являются неотъемлемым элементом современного боя. Сегодня беспилотные летательные аппараты присутствуют во всей структуре российских вооруженных сил: роты беспилотников входят в состав мотострелковых и танковых бригад

и дивизий, а также отдельных разведывательных бригад. Беспилотные подразделения имеются в артиллерийских, инженерно-саперных, ракетных, разведывательных и железнодорожных бригадах, эскадрильи БПЛА сформированы также в Воздушно-космических силах. В каждой общевойсковой армии, бригаде и дивизии на каждую роту БПЛА приходится два взвода беспилотников, оснащенных несколькими беспилотниками с дальностью полета от 10 до 120 км. Подобная структура повторяется в воздушно-десантных войсках (ВДВ) и морской пехоте, роты БПЛА имеются на Северном и Тихоокеанском флотах. В планах Минобороны — организация подразделений тяжелых беспилотников большой дальности в отдельные разведывательные авиационные эскадрильи.

Для удовлетворения растущего военного спроса российские разработчики БПЛА активно реализуют многочисленные проекты, включающие квадрокоптеры, мультироторы, вертолеты, самолеты и другие конструкции. В соответствии с главной темой, согласно которой автономность военной техники должна спасти человеческие жизни, концепция разведки, наблюдения и рекогносцировки разрабатываются беспилотники, которые должны заменить находящиеся сегодня на вооружении самолеты разведки с экипажем. Активно ведутся исследования и разработки в области роевого движения и искусственного интеллекта, например, в рамках концепции «Молния», предусматривающей запуск нескольких реактивных стелс-беспилотников с экипажных и беспилотных платформ для нанесения ударов с воздуха и земли, а также для обеспечения РЭБ и разведки.

В то время как Сирия стала масштабным полигоном для испытания российского парка беспилотников малой дальности, остро ощущалась нехватка БПЛА, способных поражать цели на большой дальности, военные вынуждены были привлекать для выполнения ударных задач авиацию с экипажами, что могло подвергать опасности жизни пилотов. Осознание этого факта и побудило министерство обороны начать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию боевых беспилотников большой дальности.

Одной из таких значимых разработок является средневысотный и дальнобойный БПЛА — «Орион» с дальностью полета 250 км, который в конце 2020 года был окон-



чательно принят на вооружение российских военных и стал первым официальным боевым БПЛА, поступившим на вооружение.

Другой проект боевого БПЛА — «Альтиус» с дальностью полета до 10000 км., который поднялся в воздух в 2019 году, а в 2021 году был подписан государственный контракт на его производство и поставку.

Ни один беспилотник не привлек такого внимания мировой общественности, как тяжелый С-70 «Охотник». Впервые поднявшийся в воздух в 2019 году, он разработан как перехватчик и наземная ударная платформа для преодоления систем ПВО, радиолокационных станций и, возможно, военной авиации противника. Его ключевой особенностью является интеграция с пилотируемыми истребителями пятого поколения Су-57 в соединениях «верный ведомый». Министерство обороны РФ предполагает, что пилот Су-57 будет управлять несколькими беспилотниками С-70, причем «Охотник» может быть вооружен гиперзвуковыми ракетами для большей дальности поражения.

По мнению специалистов министерства обороны и экспертного сообщества, в ближайшем будущем такое взаимодействие может заменить целые эскадрильи пилотируемых самолетов для выполнения разведывательных и боевых задач. Министерство также планирует оснастить «Альтиус» и «Охотник» бортовым искусственным интеллектом для автономной работы. Кроме того, «Кронштадтское бюро» — производитель беспилотников «Орион» — представило несколько проектов беспилотных летательных аппаратов, в том числе концепт «Гром», способный самостоятельно запускать рои беспилотников, и БПЛА большой дальности «Сириус», закупка которого планируется с 2023 года. О перспективах и стремлениях Минобороны в области экипажного и беспилотного боя можно судить по недавно представленной концепции легкого истребителя Су-75 «Шах и мат» [1]. Его разработчик, госкорпорация «Ростех», предполагает, что этот самолет будет как в экипажном, так и в беспилотном вариантах,

с бортовым искусственным интеллектом для ситуационной осведомленности и управления, а также с возможностью полета с БПЛА в составе слаженной группы.

Наконец, война в Нагорном Карабахе в 2020 году стала яркой демонстрацией потенциала обычных вооруженных сил, действующих совместно с БПЛА и беспилотниками с зависшими боеприпасами (или «камикадзе»). Как и в сирийском конфликте, в нем также проявилось отсутствие на вооружении России БПЛА обоих классов.

После окончания войны Министерство обороны РФ обратилось к оборонно-промышленному комплексу с просьбой ускорить разработку и испытания этих беспилотников. В ответ на это Ростех в феврале 2021 г. официально объявил, что два его беспилотника «камикадзе» — «Куб» и «Ланцет» — прошли испытания в Сирии, и российские военные имеют приоритет на их последующее приобретение. Ростех также планирует включить эти беспилотники в новую концепцию «воздушного минирования» для наземного и воздушного целеуказания.

Для этого «блуждающие» боеприпасы типа «Ланцет» летят в воздушной «сети», образуя «минное поле». Обнаружив нарушителя, эти беспилотники летят на цель, что, как предполагается, увеличивает шансы на успех за счет своей многочисленности.

В результате, сопоставив вышеуказанные факторы можно сделать вывод, что военное производство и эксперименты с различными типами БПЛА свидетельствуют о готовности Вооруженных Сил Российской Федерации изменить и улучшить методы ведения боевых действий поставив в качестве окончательных целей скорость, эффективность, точность и массовость применения. ВС РФ постоянно наращивают свой парк БПЛА, внедряя и увеличивая возможности «роя» и «верного ведомого», которые объединяют пилотируемые и непилотируемые системы для наращивания дальности удара и ситуационной осведомленности. С ростом возможностей БПЛА повышается эффективность выполнения боевых задач и завоевания господства на поле боя.

#### Литература:

1. Сокирко, В. «Охотник» станет напарником Су-57. Деловая газета «Взгляд», 4 августа 2019
2. Дворецков, А. С. Все о новом истребителе пятого поколения Су-75 «Checkmate», 21 июля 2021
3. Куприянов, А. И., Шустов Л. Н. Радиозлектронная борьба. Основы теории. — М.: Вузовская книга, 2017.
4. Российский конкурент беспилотных убийц // Ferra. ru, 28 декабря 2020
5. <https://m.lenta.ru/news/2020/03/25/altilus>



# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Строительство завода по производству огнеупорного кирпича в Северо-Казахстанской области

Байжанов Жасулан Балталыевич, студент  
Университет КАЗГЮУ имени М. С. Нарикбаева (г. Астана, Казахстан)

### Суть проекта

В рамках реализации настоящего бизнес-плана компания планирует строительство завода по производству огнеупорного шамотного кирпича<sup>1</sup>, который имеет высокое содержание оксида алюминия (36,8%), хорошую огнеупорность и химическую стойкость, что особенно важно для его использования в промышленности, в частности, в металлургии, для изготовления печей, каминных труб и т. п.

Завод по производству огнеупорного шамотного кирпича планируется построить на земельном участке общей площадью 25 га, который находится в Северо-Казахстанской области (г. Петропавловск).

Планируемый к строительству завод имеет выгодное месторасположение (точное). Во-первых, данная территория имеет удобную логистику (подробно описать).

Во-вторых, завод будет находиться в непосредственной близости к месторождению шамотной глины (75 км), которая будет использоваться в качестве сырья для производства кирпича.

Данное месторождение в данный момент находится в собственности инициатора проекта. Компания приобрела его в 2014 году. Стоимость месторождения на тот момент — 1200000 долларов США.

В июле 2024 года планируется получение контракта на недропользование.

В-третьих, расстояние до железнодорожного вокзала в г. Петропавловск составляет 75 км, что также является преимуществом, так как доставка шамотного кирпича будет осуществляться с завода потребителям посредством железнодорожных путей.

Запуск завода запланирован на 2 квартал 2025 года.

Реализация огнеупорного шамотного кирпича будет осуществляться как на внутреннем рынке Казахстана, так и на рынке России. У компании в настоящее время имеются предварительные договоренности с челябинскими металлургическими заводами, а именно:

- Челябинский металлургический комбинат (ЧМК);
- Челябинский медеплавильный завод.

Необходимо отметить, что удаленность железнодорожным транспортом от Челябинска до Петропавловска составляет 494 км.

В перспективе планируется газификация района, что значительно оптимизирует затраты на производство продукции.

### Цели проекта:

- строительство производственного цеха по производству огнеупорного кирпича в Северо-Казахстанской области (г. Петропавловск), не имеющего аналогов в Казахстане;

- эксплуатация завода по выпуску шамотного огнеупорного кирпича;

- выход на полную производственную мощность;

- реализация высококачественного огнеупорного кирпича потребителям на внутреннем рынке, а также на экспорт в другие страны;

- получение контракта на недропользование месторождения шамотной глины, которое находится в собственности предприятия;

- использование собственного сырья (шамотной глины) для производства шамотного огнеупорного кирпича;

- заключение долгосрочных договоров с потенциальными потребителями выпускаемой продукции;

- выход казахстанского бренда по выпуску шамотного кирпича на рынок России (импортозамещение);

- увеличение валового регионального продукта г. Кокшетау;

- поступление в бюджет г. Кокшетау налоговых и социальных отчислений.

### Задачи проекта:

- удовлетворение спроса строительного рынка Казахстана в качественной продукции (огнеупорном кирпиче);

1 Шамотные кирпичи (Fireclay Brick): Шамотные огнеупорные кирпичи состоят в основном из шамотной глины и применяются в высокотемпературных печах для обработки металлов.

— удовлетворение спроса российских промышленных и металлургических организаций в шамотном кирпиче, который используется для строительства каминов, печей (в том числе, промышленных), каминных труб;

— сохранение существующих рабочих мест и создание новых (всего 25 рабочих мест), что позволит работникам получать стабильный доход.

### Предпосылки исследуемой проблематики

Предпосылками для организации производства огнеупорного кирпича в Северо-Казахстанской области стали 3 фактора:

#### 1. Отсутствие конкуренции

В Казахстане нет заводов по производству шамотного огнеупорного кирпича. На рынке в настоящее время функционируют только предприятия — дистрибьюторы зарубежных компаний, которые реализуют их продукцию на отечественном рынке.

Таким образом, при существующем спросе в Казахстане полностью отсутствует предложение от отечественных компаний<sup>1</sup>.

#### 2. Основной рынок сбыта — Казахстан

Число металлургических предприятий в Казахстане неуклонно растет, и существующих мощностей не хватает для удовлетворения спроса на огнеупорный кирпич.

Так, по данным Бюро национальной статистики АСПиР РК [1], по итогам 2022 года металлургическое производство показало рост (1,1%), в денежном выражении показатель вырос на 14,7%, до 9 трлн. тенге.

Данная тенденция продолжается в течение последних пяти лет, и, по прогнозам экспертов, будет продолжаться и в последующие годы.

#### 3. Дополнительный рынок сбыта — РФ

В России в настоящее время только 5 заводов занимаются выпуском данного вида кирпича, тогда как обычный строительный кирпич выпускают порядка 350 предприятий.

Как видно, разница огромная. Отсюда следует, что пяти заводов недостаточно для удовлетворения спроса потребителей.

Таким образом, все вышеперечисленные факторы дают основание предполагать, что спрос на кирпич будет постоянным, а компания-инициатор настоящего проекта не будет испытывать серьезных проблем с потребителями своей продукции.

### Краткое описание инициатора проекта

Наименование компании-инициатора проекта — ТОО «Консул».

ТОО «Консул» является строительной компанией, основным видом деятельности которой является строительно-монтажные работы, а также монтаж, ремонт подъемных сооружений, а также котлов с рабочим давлением выше 0,7 кг/см и температурой теплоносителя выше 115\*С, сосудов и трубопроводов, работающих под давлением выше 0,7 кг/см.

### Экономическое обоснование

#### Инвестиции проекта

В настоящий момент уже освоено 222 млн. тенге, в том числе:

— Приобретение месторождения — 222 млн. тенге.

Необходимо освоить в рамках реализации настоящего проекта 150 млн. тенге, в том числе:

— Строительство производственного здания — 86 млн. тенге;

— Приобретение оборудования — 64 млн. тенге.

#### Источники финансирования

Финансирование проекта планируется осуществить за счет собственных средств.

С целью прогноза экономических выгод и затрат была разработана финансовая модель.

В результате разработки финансовой модели были спрогнозированы следующие ключевые производственные, финансовые показатели, а также показатели эффективности проекта.

Таблица 1. Программа производства по годам проекта

Производственная программа	Ед. изм	2025	2026	2027	2028	2029
Загрузка	%	75%	85%	90%	100%	100%
Огнеупорный кирпич	тыс. шт	384	580	614	683	683
в месяц	тыс. шт	43	48	51	57	57
в день	тыс. шт	2	2	2	2	2

Производственная программа	Ед. изм	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Загрузка	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Огнеупорный кирпич	тыс. шт	683	683	683	683	683	683
в месяц	тыс. шт	57	57	57	57	57	57
в день	тыс. шт	2	2	2	2	2	2

1 На рынке в настоящее время действует крупное предприятие — Завод «Казогнеупор», однако он не выпускает шамотный кирпич. В ассортименте его продукции имеются лишь огнеупорные материалы (порошок огнеупорной глины).

Загрузка в первый год деятельности предприятия составляет 75% с последующим увеличением до 100% в 2028 году.

Таблица 2. Финансовые показатели проекта

Финансовые показатели	Ед. изм	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Выручка от реализации	млн. тг	275	438	488	543	543	543
Валовая прибыль	млн. тг	123	197	219	243	243	243
Чистая прибыль	млн. тг	38	76	93	113	112	112
Рентабельность продаж	%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Чистая рентабельность	%	14%	17%	19%	21%	21%	21%
Чистый денежный поток к распределению	млн. тг	57	105	104	120	119	119
в месяц	млн. тг	6	9	9	10	10	10

Финансовые показатели	Ед. изм	2031	2032	2033	2034	2035
Выручка от реализации	млн. тг	543	543	543	543	543
Валовая прибыль	млн. тг	243	243	243	243	243
Чистая прибыль	млн. тг	112	111	111	111	110
Рентабельность продаж	%	45%	45%	45%	45%	45%
Чистая рентабельность	%	21%	21%	20%	20%	20%
Чистый денежный поток к распределению	млн. тг	119	118	118	117	117
в месяц	млн. тг	10	10	10	10	10

Проект отличается относительно низкой себестоимостью и высокой рентабельностью.

Выручка предприятия повышается соразмерно росту загрузки программы производства.

Рентабельность продаж составляет 45%.

Таблица 3. Показатели эффективности проект

Показатели эффективности проекта (11 лет)	2035 год
Внутренняя норма доходности (IRR)	21%
Чистая текущая стоимость (NPV), млн. тг	236
Индекс окупаемости инвестиций (PI)	1,72
Окупаемость проекта (простая), лет	3,6
Окупаемость проекта (дисконтированная), лет	4,8

Рассчитанная величина IRR показывает, что внутренний коэффициент окупаемости равняется 21%, а это превышает 10,25% (уровень инфляции). Соответственно, проект имеет все возможности быть успешно реализованным.

Показатель NPV указывает, что проект обеспечивает

требуемую доходность вложений и дополнительную прибыль в размере 236 млн. тенге.

Показатель PI выше 1, отсюда следует, что вложение средств в этот проект увеличит их стоимость в 1,72 раза.

Окупаемость проекта (простая) составляет 3,6 лет, с учетом инфляции — 4,8 лет.

Таблица 4. Показатели безубыточности проекта, млн. тенге

Период	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Доход от реализации услуг	438	488	543	543	543	543	543	543	543	543
Балансовая прибыль	95	117	141	140	140	140	139	139	138	138
Полная себестоимость услуг	343	371	402	402	403	403	403	404	404	405

Постоянные издержки	102	102	103	103	103	104	104	105	105	106
Переменные издержки	242	269	299	299	299	299	299	299	299	299
Сумма предельного дохода	197	219	243	243	243	243	243	243	243	243
Доля предельного дохода в выручке	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449
Предел безубыточности	227	228	229	230	230	231	232	233	235	236
<b>Запас финансовой устойчивости предприятия (%)</b>	<b>48%</b>	<b>53%</b>	<b>58%</b>	<b>58%</b>	<b>58%</b>	<b>57%</b>	<b>57%</b>	<b>57%</b>	<b>57%</b>	<b>57%</b>
Безубыточность	52%	47%	42%	42%	42%	43%	43%	43%	43%	43%

Таким образом, точкой безубыточности для предприятия является объем реализации в 227 млн. тенге в год (2024 год).

#### Вывод:

На основе информации, изложенной в настоящем документе, считаем, что проект строительства завода по про-

изводству огнеупорного кирпича в Северо-Казахстанской области является социально ориентированным, экологически безопасным и экономически выгодным, как с коммерческой точки зрения, так и с бюджетной.

## Совершенствование управления благоустройством и озеленением территорий муниципального образования

Злобина Александра Викторовна, студент  
Мурманский арктический государственный университет

*Ключевые слова:* муниципальное образование, озеленение территорий, совершенствование управления, благоустройство, Российская Федерация

Совершенствование управления благоустройством и озеленением территорий муниципального образования является одной из ключевых задач местного самоуправления. В условиях быстрого развития и увеличения населения, особенно в городах, важно обеспечить комфортную и безопасную среду для жителей.

Целью управления благоустройством и озеленением территорий является создание ухоженных и привлекательных мест для жизни и отдыха. Для достижения этой цели требуется выполнение не отдельных, разрозненных мероприятий, а комплекс мер, включающий в себя планирование использования территории, разработку проектов благоустройства, контроль за выполнением работ и поддержание качества общественных пространств. То есть, требуется системное решение проблемы благоустройства и озеленения территории муниципального образования. Такой подход позволяет объединить экологические, социально-экономические, архитектурно-планировочные и инженерные аспекты и, в итоге, сформировать гармоничное пространство, отвечающее потребностям и желаниям различных пользователей.

Что же следует включить в систему мер по благоустройству и озеленению территорий? Прежде всего, в рамках

системы благоустройства и озеленения следует провести анализ территории муниципального образования с целью определения наиболее эффективных мер и решений. Это включает в себя оценку экологической обстановки, изучение социально-экономического потенциала, анализ архитектурно-планировочных особенностей и изучение инженерных решений, необходимых для создания комфортной и безопасной среды.

На основе проведенного анализа разрабатываются конкретные планы и проекты благоустройства и озеленения. Сюда входят решения по зонированию и планировке территории, созданию общественных пространств, а также организации дорожной инфраструктуры и системы обеспечения безопасности.

Одним из ключевых аспектов системы является экологический подход. Он предусматривает создание зеленых зон, парков и скверов, которые способствуют улучшению экологической ситуации, обогащают воздух кислородом и создают приятную атмосферу для отдыха и прогулок. Также в рамках экологического подхода проводится работа по очистке и восстановлению водоемов, строительству и ремонту объектов водоснабжения и канализации.

Не маловажным является, понимание того, что озеленение и благоустройство территории также имеют сильное социальное значение. Создание комфортных условий для отдыха и активного общения способствует повышению качества жизни жителей, их здоровью и физической активности. Зеленые зоны и общественные пространства служат местом проведения различных культурно-массовых мероприятий, способствуя развитию социального взаимодействия и формированию сообщества.

Особое место в системе благоустройства и озеленения занимает архитектурно-планировочное решение. Оно предполагает проработку дизайна и стиля построек, соответствующих характеру муниципального образования и создающих его уникальное лицо. Хорошо продуманная архитектура способна подчеркнуть и сохранить историческое наследие, а также привлечь внимание и повысить привлекательность муниципального образования для туристов и инвесторов.

Наконец, система благоустройства и озеленения включает в себя и инженерные аспекты. Обеспечение энергоэффективности, безопасности и устойчивости инженерных коммуникаций и конструкций выполняется с помощью проведения инженерных изысканий, а также разработки и контроля за реализацией технических решений.

Кроме того, системный подход к благоустройству и озеленению территорий муниципального образования включает в себя совокупность программ и планов, составные части которых имеют между собой тесные связи. Такие планы должны учитывать существующие проблемы и недостатки, а также устанавливать цели и задачи, направленные на создание комфортной и экологически чистой среды для жителей.

К примеру, в число приоритетов управления благоустройством и озеленением в настоящее время включается сохранение и расширение зеленых зон и природных резерватов. Вместе с тем, следует обеспечить гармоничное сочетание природных и архитектурных элементов, чтобы создать уникальную атмосферу и обеспечить благополучие жителей

Приоритетными также сегодня можно назвать следующее: приведение в порядок дворовых фасадов зданий; архитектурно-планировочная организация территории; реконструкция; освещение территорий, зданий, сооружений, зеленых насаждений; размещение малых архитектурных форм и объектов городского дизайна; размещение рекламы, элементов визуальной коммуникации и информации.

Одним из главных аспектов совершенствования управления является активное вовлечение жителей муниципального образования в процесс принятия решений. Взаимодействие со специалистами в области благоустройства, озеленения и градостроительства помогает опреде-

лить приоритеты и разработать наиболее эффективные стратегии развития территорий.

Примером такого взаимодействия является создание и развитие общественных советов по благоустройству и озеленению, в которых участвуют не только профессионалы, но и представители различных социальных групп и местных сообществ. Такая практика способствует формированию единого видения развития территории, учету мнения всех заинтересованных сторон и повышению ответственности за реализацию решений. Регулярные общественные слушания, где горожане могут высказывать свои предложения и пожелания, помогут сформировать единое видение развития и благоустройства территорий. Кроме того, важно создать механизмы, которые позволят горожанам активно участвовать в реализации проектов по благоустройству.

Для эффективного управления благоустройством и озеленением необходимо также обеспечить прозрачность и открытость процесса принятия решений. Введение системы электронного голосования и контроля за реализацией проектов позволит гарантировать принятие обоснованных решений и их своевременное выполнение.

Разработка эффективных механизмов управления финансовыми ресурсами также имеет важное значение. Проектирование бюджета, учет расходов и доходов, а также контроль за эффективностью и результативностью затрат позволят оптимизировать использование средств и обеспечить устойчивое развитие благоустройства и озеленения территорий.

Неотъемлемой частью совершенствования управления благоустройством и озеленением является поддержка и развитие инфраструктуры. Создание необходимых объектов, таких как парки, скверы, спортивные площадки и другие общественные пространства, способствует повышению качества жизни горожан и формированию благоприятной среды для отдыха и активного времяпрепровождения.

Особое внимание уделяется развитию инфраструктуры и обеспечению комфортных условий для жителей и посетителей. Разрабатываются планы по созданию новых общественных пространств, развитию парковых зон, спортивных площадок, а также обеспечению доступности для маломобильных групп населения.

Таким образом, совершенствование управления благоустройством и озеленением территорий муниципального образования требует системного подхода и внимания к деталям. Только через сотрудничество и грамотное использование ресурсов можно достичь поставленных целей и создать комфортное и удобное пространство для жизни и деятельности всех жителей муниципального образования.

#### Литература:

1. Байнова, М.С. Городское территориальное планирование как объект управления на муниципальном уровне/М.С. Байнова. — Текст: непосредственный // Материалы Афанасьевских чтений — 2015. — Т. 1. — №. 13. — С. 182-186.



2. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы/по заказу Комитета по архитектуре и градостроительству города Москвы. — М.: Изд-во «А — Принт», 2018. — 268 с.
3. Ожегова, Е. С. Дизайн благоустройства. Сценарии проектирования комфортной среды/Е. С. Ожегова. — Текст: непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies. — 2020. — № 2. (51). С. 340-350.
4. Свиридова, Е. С., Скопинский А. И. Система управления благоустройством территории муниципального образования/Е. С. Свиридова, А. И. Скопинский. — Текст: непосредственный // Научные записки молодых исследователей. — 2014. — № 5.
5. Уржа, О. А. Социальная активность населения муниципальных образований: факторы и условия/О. А. Уржа. — Текст: непосредственный // Социальная политика и социология. — 2013. — № 2-1. — С. 7-22.

## Особенности строительства в условиях плотной городской застройки

Мамченков Владислав Дмитриевич, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Данная статья посвящена проблеме строительства зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки. Строительство зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки получило высокую актуальность в современном мире, как по объемам осуществления такого строительства в крупных городах по всему миру, так и по наиболее привлекательном для инвестиций строительству.*

**Ключевые слова:** плотная застройка, строительство, строительная площадка.

Строительство в условиях плотной городской застройки является сложной и многогранной проблематикой, требующей глубокого анализа и обоснованного подхода. Она охватывает не только технические и экономические аспекты строительства, но также социальные, экологические и урбанистические факторы.

Принимая во внимание растущую потребность в новых объектах жилой и коммерческой недвижимости, особое значение приобретает эффективное использование имеющихся территорий в рамках уже существующей городской инфраструктуры.

### 1. Особенности строительства в густонаселенных городских районах.

Особенности строительства в густонаселенных городских районах в условиях плотной городской застройки, строительство представляет собой сложный и многофазовый процесс. Здесь основные сложности связаны как с техническими аспектами (например, ограниченность пространства или близость других зданий), так и с социально-экономическими факторами, включая необходимость минимизации возможного дискомфорта для местного населения и обеспечение эффективной интеграции нового объекта в уже существующий урбанистический контекст [1]. При проектировании и строительстве новых зданий в городской среде, необходимо учитывать различные факторы, как физические, так и социально-экономические. Ограниченность пространства и близость других зданий могут создавать технические и архитектурные ограничения для нового объекта. Например, необходимо учесть высоту здания, чтобы оно не было слишком высоким и не загораживало солнечный свет или виды существующих зданий.

Кроме того, важно учесть социальные и экономические факторы. Местное население может испытывать дискомфорт от строительства нового здания, так как это может привести к шуму, загрязнению воздуха или другим негативным последствиям. Поэтому важно предусмотреть меры для минимизации такого дискомфорта, например, использовать современные технологии для снижения шума или проводить регулярные проверки качества воздуха.

Кроме того, новое здание должно быть интегрировано в уже существующий урбанистический контекст. Это означает, что его архитектурный стиль, размеры и функциональность должны соответствовать окружающей среде. Например, в центре исторического города может быть запрещено строительство высоких зданий, чтобы сохранить его исторический облик.

В целом, при проектировании и строительстве новых зданий в городской среде необходимо учитывать как физические, так и социально-экономические факторы. Это поможет создать гармоничное и устойчивое городское пространство, которое будет удовлетворять потребности местного населения и способствовать его развитию.

### 2. Проблемы и решения при строительстве в условиях плотной застройки

В условиях плотной городской застройки строительные проекты сталкиваются с рядом проблем, которые требуют особых подходов и решений. В этом подразделе мы разберем эти вопросы, а также предложенные методы их преодоления.

Одна из основных проблем — ограниченное пространство для строительства. Это затрагивает качество жизни людей, работающих и живущих в районе строительства, а также влияет на логистику строительного процесса [2].



Для минимизации негативного воздействия используются различные технологии: например, способы вертикального строительства или использование модульных конструкций. Такие методы позволяют сократить время строительства, уменьшить количество шума, пыли и вибрации, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей.

Вертикальное строительство, или строительство в высоту, является одним из способов оптимизации использования пространства в городских условиях. Оно позволяет строить на меньшей площади, что уменьшает воздействие на прилегающие территории и сокращает время строительства. Кроме того, такой подход позволяет уменьшить количество транспортных потоков и сократить расход энергии на обслуживание зданий.

Использование модульных конструкций также способствует минимизации негативного воздействия строительства на окружающую среду. Такие конструкции изготавливаются заранее в заводских условиях и доставляются на строительную площадку уже готовыми к монтажу. Это сокращает время строительства и уменьшает количество отходов и выбросов на строительной площадке.

Однако, несмотря на использование таких технологий, негативное воздействие строительства не может быть полностью исключено. Поэтому важно применять дополнительные меры для минимизации его воздействия. К таким мерам относятся организация временных дорог, установка звукоизоляционных экранов, проведение регулярных мониторингов качества воздуха и воды, а также обеспечение информационной поддержки и консультаций для жителей и работников, находящихся в зоне строительства.

Не менее значимой является задача сохранения архитектурной целостности города. При плотной застройке новые объекты не должны нарушать общий стиль окружающего пространства [3]. Решением может служить интеграция новых зданий в существующую застройку через использование сходных материалов и форм. Такой подход позволит сохранить гармонию и единство архитектурного облика города. Однако, сохранение архитектурной целостности не означает отсутствие инноваций и современных решений. Важно найти баланс между сохранением и развитием, чтобы город мог продолжать развиваться, не теряя своего уникального облика.

Таким образом, использование различных технологий и мер для минимизации негативного воздействия строительства позволяет улучшить условия жизни людей, работающих и проживающих вблизи строительных объектов, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду и логистику строительного процесса. Это важный аспект устойчивого развития и создания комфортной городской среды.

### **3. Инновационные подходы к строительству в городской среде**

В условиях плотной городской застройки, строительство новых объектов сталкивается с рядом сложностей. Однако, благодаря инновационным подходам и техноло-

гиям, обретаются новые возможности для эффективного развития городских пространств.

Одна из наиболее перспективных концепций в современном строительстве — это принцип «устойчивого строительства» (Sustainable construction). Основные положения данной концепции описаны в работе Кибберта С. [4]. Суть этого принципа заключается в максимальном использовании доступных ресурсов без ущерба для окружающей среды и будущих поколений. Для достижения этой цели, устойчивое строительство предлагает использовать энергосберегающие технологии, материалы с низким углеродным следом, а также методы управления отходами и водными ресурсами.

Кроме того, устойчивое строительство также уделяет большое внимание использованию материалов с низким углеродным следом. Это означает, что строительные материалы должны быть произведены с минимальным выбросом углекислого газа и других вредных веществ. Например, вместо традиционного бетона можно использовать биodeградируемые материалы или материалы, полученные из переработки отходов.

Так же интерес представляет метод «вертикального земледелия» (Vertical farming), который может быть применен для создания зеленых зон в условиях ограниченного пространства больших городов. Данный подход был описан Дезпомье Д. [5]. Метод «вертикального земледелия» представляет собой инновационную концепцию выращивания растений в вертикальных системах, в которых используется минимальное количество земли и воды. Вместо традиционного горизонтального размещения полей и огородов, вертикальные фермы строятся в виде многоэтажных сооружений, где растения выращиваются в вертикальных грядках или модулях, установленных на специальных стеллажах.

Основная идея вертикального земледелия заключается в том, что это позволяет использовать вертикальное пространство, которое обычно не используется для сельского хозяйства. Это особенно актуально для крупных городов, где земля является дефицитным ресурсом. Вертикальные фермы могут быть расположены внутри зданий, на крышах или даже в подземных помещениях, что позволяет существенно увеличить производительность сельскохозяйственных угодий.

### **4. Перспективы развития строительства в условиях плотной городской застройки**

Современные требования к строительству в условиях плотной городской застройки обуславливают поиск новых архитектурных и инженерных решений. При этом, приоритетными становятся такие направления, как компактная высотная застройка, использование подземного пространства, перестройка и модернизация существующих зданий.

Компактная высотная застройка позволяет обеспечить экономию земельных участков и эффективное использование территории. Однако это требует особого подхода к проектированию и строительству. В частности, необ-

ходимо учитывать требования [6]. Также важным является соблюдение принципов «зеленого» строительства, что предусмотрено документами серии [7]. При проектировании и строительстве зданий в сейсмически активных районах необходимо учитывать требования [8]. Этот стандарт определяет нормы и правила, которые должны быть соблюдены для обеспечения безопасности зданий при возможных сейсмических воздействиях.

Перестройка и модернизация существующих зданий — еще одно направление, позволяющее эффективно использовать городскую территорию. При проведении реконструкции необходимо учитывать не только архитектурные и дизайнерские аспекты, но и технические характеристики здания.

Одним из важных аспектов реконструкции является энергоэффективность здания. Современные технологии

позволяют внедрять инновационные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, которые позволяют снизить энергопотребление и экологическую нагрузку. Также стоит обратить внимание на использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные батареи или геотермальные системы.

При реконструкции здания также важно учитывать его историческую и культурную ценность. Сохранение архитектурного наследия и его сочетание с современными технологиями и требованиями — это сложная задача, требующая профессионального подхода и грамотного планирования.

В целом, развитие строительства в условиях плотной городской застройки требует комплексного подхода, учета множества факторов и использования передовых научных достижений.

#### Литература:

1. Шевченко, Г. И., & Шевченко, Е. Г. (2014). Строительство в условиях плотной городской застройки: проблемы и решения. Вестник МГСУ
2. Спиридонов, Г. В., «Проблемы строительства при плотной городской застройке», М.: Стройиздат, 2010
3. Бондаренко, Е. Н., «Архитектурные решения при плотной городской застройке», М.: Архитектура-С, 2007.
4. Киберт, С., Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery, Wiley, 2008.
5. Дезпомье, Д., The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century, St. Martin's Press, 2010.
6. СП 131.13330.2012 «Строительство в сейсмически активных районах».
7. ГОСТ Р 54964-2012 «Зеленое строительство».
8. СП 131.13330.2012 «Строительство в сейсмически активных районах».
9. Бугаева, Т. Н. Особенности возведения зданий в условиях городской застройки/Т. Н. Бугаева. — Вестник ПсковГУ, 2015.
10. Поляков, В. Г., Чебанова С. А., Ступницкий В. С. Повышение экологической безопасности при строительстве зданий в стесненных условиях. — 2015.

## БИОЛОГИЯ

### Особенности структуры лесных формаций бассейна реки Случь

Лисовская Елизавета Игоревна, студент магистратуры  
Белорусский государственный университет (г. Минск, Беларусь)

*В статье приводятся сведения о бассейновом принципе, который применен к изучению пространственной структуры растительности бассейна реки Случь. По данным предоставленным РУП «Белгослес» и Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси построена карта по структуре лесных формаций. Определен неравномерный характер распространения растительных формаций. Более предпочтителен для древесных растений крайний север, нижний центр и юг бассейна реки, где наибольшие площади заняты лесами из сосны, пушистой березы и повислой, черной ольхи.*

*Ключевые слова:* природное районирование, формации, речной бассейн, бассейновый принцип, лесные хозяйства.

### Features of the structure of forest formations in the Sluch River basin

*The article provides information about the basin principle, which is applied to the study of the spatial structure of vegetation in the Sluch River basin. According to data provided by the Republican Unitary Enterprise «Belgosles» and the Institute of Experimental Botany named after V. F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus, a map was constructed based on the structure of forest formations. The uneven nature of the distribution of plant formations has been determined. The far north, lower center and south of the river basin are more preferable for woody plants, where the largest areas are occupied by forests of pine, downy birch and drooping, black alder.*

*Keywords:* natural zoning, formations, river basin, basin principle, forestry.

Защитное значение леса, несомненно, определяется его ролью в водном балансе рек. Лес, покрывая водосборную территорию, выполняет важные водорегулирующие и водоохранные функции. Создавая условия для выпадения повышенного количества летних осадков и накопления снега в зимний период, лесной покров уменьшает суммарное испарение и поверхностный сток, поддерживает высокий уровень воды в реках, способствует созданию запасов подземных вод [1].

В настоящее время интенсивно осуществляется внедрение бассейнового принципа в практику ведения по природопользованию. При этом важное значение уделяется устойчивой структуре речных бассейнов для управления водными ресурсами [2]. В связи с чем немаловажным является изучение пространственной структуры лесной растительности бассейна рек [3].

Целью данного исследования являлось установление особенностей структуры лесных формаций бассейна р. Случь.

**Материалы и методы.** Данными для исследования послужили информация по учету лесного фонда РУП «Белгослес» и материалы лаборатории геоботаники и картографии растительности Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Для построения карты лесных формаций (масштаб 1: 400000) использовалась программа QGIS. С целью построения карты с преобладающими породами древесных растений, была проведена операция «слияние по атрибуту» (по полю «Form»). Каждый элемент легенды символизировался по уникальному цветовому значению в соответствии с рабочими правилами оформления планово-картографических материалов. В основе легенды лежит эколого-фитоценотический принцип, в рамках которого формация как классификационная единица среднего ранга объединяет сообщество с общим видом — эдификатором [4].

**Результаты исследований.** В результате проведенного анализа данных осуществлено построение карты по структуре лесных формаций в бассейне р. Случь (рисунок 1).

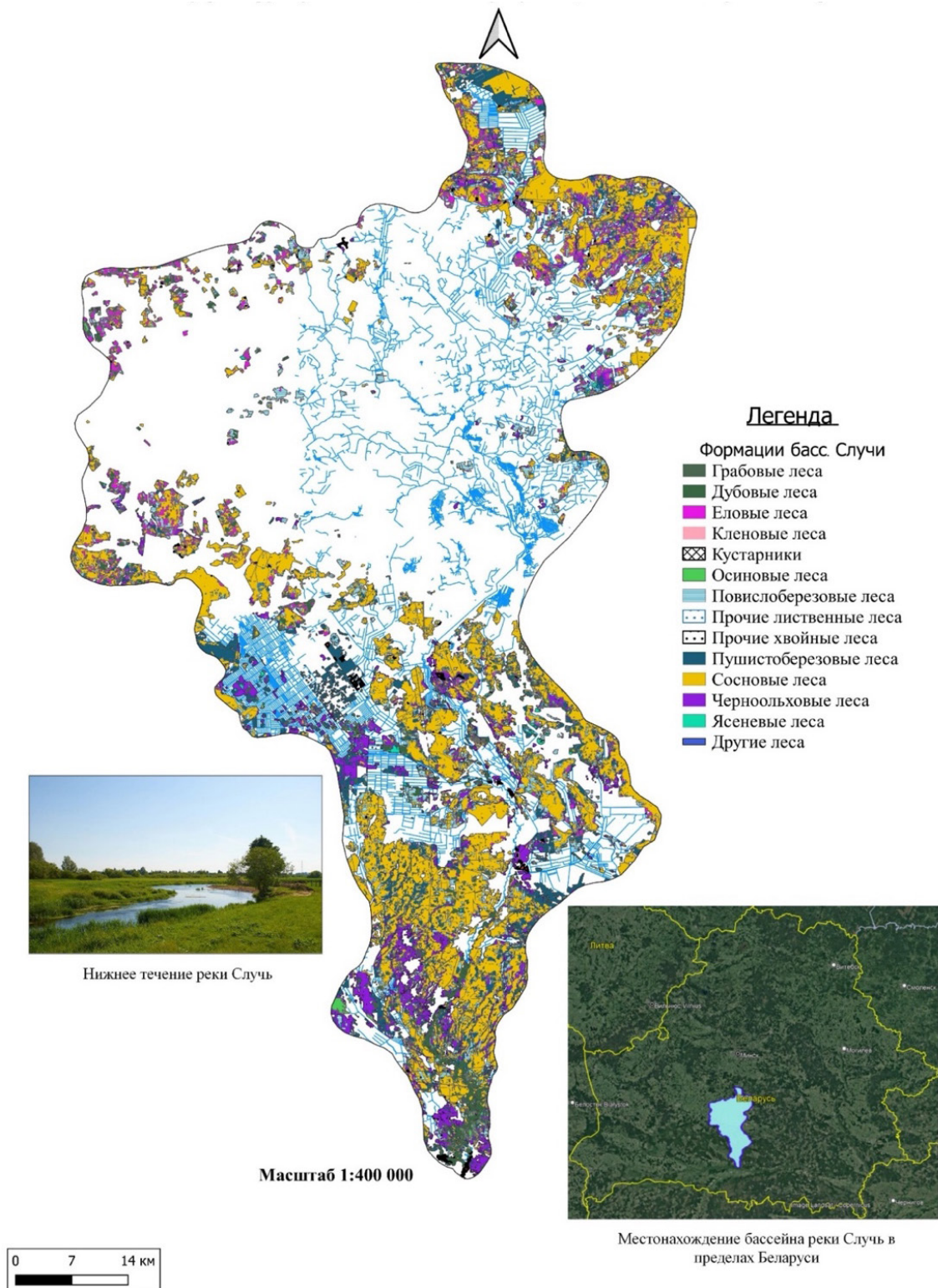


Рис. 1. Карта лесных формаций бассейна реки Случь

Формационная структура лесного покрова бассейн р. Случь довольно разнообразна и представлена следующими категориями: сосновые, еловые, дубовые, кленовые, грабовые, ясеновые, осинные, повислоберезовые, пушистоберезовые, черноольховые леса. Общая площадь лесных формаций бассейна р. Случь составляет 163192,7 га.

Наибольшую площадь занимают сосновые леса — 77599,9 га или 47,6% площади всех лесов (рисунок 2). От-

носительная доля пушистобереговых, повислобереговых и черноольховых лесов составляет, соответственно, 13%, 12,1% и 11,4%. Меньшее распространение получили такие леса, как грабовые и ясеновые (доли по 0,6%), кустарники (0,3%), кленовые и прочие лиственные леса (по 0,1%), а также прочие хвойные леса, составившие менее 0,1% от общей площади всей лесной растительности бассейна.



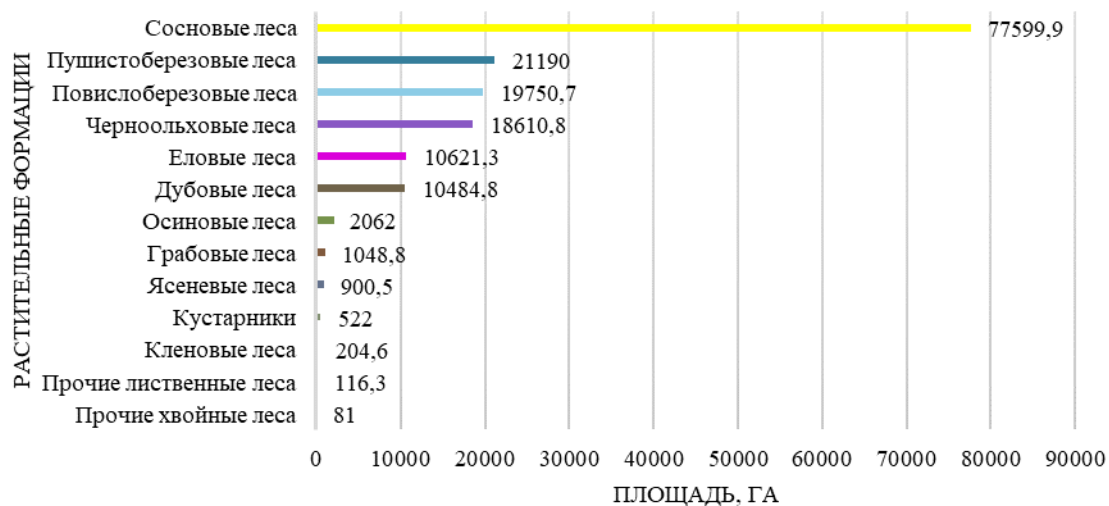


Рис. 2. Площади основных лесных формаций, в га

Наиболее предпочтительным для древесной растительности является крайний север, нижний центр и юг бассейна, где наибольшие площади заняты лесами из сосны, пушистой березы и повислой, черной ольхи. Данные участки приурочены к таким типам рельефа, как флювиогляциальные равнины и низменности, озерно-аллювиальные низменности, моренные равнины, краевые ледниковые гряды, долины рек Случи и Морочи. В отношении почв, лесные формации чаще занимают дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные и торфяно-болотные почвы. Тяготеющими к насыщенной влагой почве оказались формации пушистоберезовых, черноольховых, ясеневого, дубовых лесов. Такой перечень доминантов связан с неприхотли-

востью сосны к почвам, высоким семенным потенциалом березы и способностью черной ольхи произрастать на заболоченных территориях, имеющихся в избытке на юге бассейна. Отдельно по формациям проводился анализ в разрезе лесохозяйственных учреждений, с помощью которого удалось обнаружить специализацию каждого лесхоза по выращиванию пород, с их последующей реализацией. Так, в большинстве своем, лесхозы заготавливают сосну, пушистую и повислую березу, черную ольху, ели, дубы. При этом, довольно большие доли среди еловых лесов зафиксированы в Копыльском, Клецком, Слуцком лесхозах; садить дубовые леса предпочитают в Лунинском, Копыльском, Клецком и Житковичском лесхозах.

*Автор приносит благодарность РУП «Белгослес» и Институту экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси за предоставленные данные для выполнения научного исследования; своему научному руководителю директору Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, кандидату биологических наук Д. Г. Груммо, научному консультанту заместителю директора, кандидату биологических наук Р. В. Цвирко, а также заведующему кафедрой физической географии мира и образовательных технологий Белорусского государственного университета Е. В. Матюшевской, старшему преподавателю О. В. Синчуку за консультации и оказанную помощь при выполнении данной статьи.*

Литература:

1. Леман, В. Защитные леса и сохранение водных биологических ресурсов/В. Леман, К. Кобяков, А. Винников // Устойчивое лесопользование. — 2018. — № 1. — С. 2-10.
2. Крутов, А. Н. Международная практика совершенствования институциональных структур водного сектора/А. Н. Крутов // Водное хозяйство России. — 2020. — № 3. — С. 19-38. DOI: 10.35567/1999-4508-2020-3-2.
3. Браславская, Т. Ю. Структура и динамика растительного покрова в поймах рек лесного пояса/Т. Ю. Браславская // Восточно-европейские леса. — М.: Наука, 2004. — С. 384-473.
4. Тихомиров, В. Н. Геоботаника: курс лекций/В. Н. Тихомиров. — Мн.: БГУ, 2006. — 188 с.

## МЕДИЦИНА

### Эффективность современных методов диагностики инсульта

Аль-мамури Али Абдулраззак Ваххаб, студент  
Волгоградский государственный медицинский университет

*В данной статье исследуются вопросы эффективности, связанные с современными методами диагностики инсульта. Рассматриваются лучевые методы, такие как компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, для точного определения размеров и объема повреждений мозга. Электрофизиологические методы, включая электроэнцефалографию, используются для выявления областей ишемического повреждения. Кроме того, статья обсуждает роль метаболических биомаркеров и молекулярных методов исследования в диагностике инсульта, предоставляя информацию о состоянии пациента и тяжести заболевания, статья также охватывает модель фототромботического инсульта (ФТИ) и анализирует плюсы и минусы данной модели, данные методы исследования имеют потенциал улучшить точность и своевременность диагностики инсульта.*

*Ключевые слова:* инсульт, диагностика, лучевые методы, электрофизиологические методы, метаболические биомаркеры, молекулярные методы, модель фототромботического инсульта, преимущества, ограничения.

Инсульт является одной из основных причин смертности и инвалидности в мире [1]. Несмотря на огромное число исследований, терапевтические возможности для пациентов с инсультом остаются очень ограниченными. Это заставляет продолжать исследования тонких патофизиологических механизмов развития инсульта с целью разработки новых эффективных средств его профилактики и лечения.

Инсульт занимает второе место среди причин смерти в мире с годовой смертностью около 5,5 млн человек. Бремя цереброваскулярных заболеваний заключается не только в высокой смертности, но и в высокой заболеваемости, которая также приводит к тому, что до 50% выживших становятся хроническими инвалидами [2]. Как правило, среди всех инсультов на долю ишемического инсульта (ИИ) приходится около 80% случаев, но фактические пропорции типов инсульта зависят от популяции [3].

**Лучевые методы определения размеров и объема очага повреждения.** В настоящее время для определения объема ишемического повреждения и выявления области пенумбры как в клинике, так и в эксперименте применяются различные технологии МРТ [6]. Объем очага повреждения определяют чаще всего с использованием T2-взвешенных МРТ изображений [9]. Это эффективный неинвазивный метод оценки размера инфаркта в течение первых 2 недель после начала ишемии. Методы объемной микроскопии всего мозга, такие как серийная двухфотонная томография (STPT), могут дать подробную инфор-

мацию о процессах повреждения и регенерации в мозге после инсульта [4]. Также для сравнения размера и расположения области поражения применяют автоматизированное картирование, анализ связей и гистологических структур с использованием атласа [6]. Следует отметить, что, в отличие от других моделей инсульта, при ФТИ вазогенный отек, который соответствует сильному гиперинтенсивному сигналу на T2WI, проходит в течение первых 2 недель после инсульта и трансформируется в гипоинтенсивную полость.

**Электрофизиологические методы выявления области ишемического повреждения.** Разрабатываются и другие способы для количественной оценки структурного повреждения головного мозга на модели ФТИ у крыс, в частности — с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ). Спектральный анализ выявил статистически значимую корреляцию относительных мощностей альфа, тета, дельта, отношения дельта/альфа, отношение (дельта + тета)/(альфа + бета) с объемом инсульта. Анализ слухового вызванного потенциала выявил значительную связь амплитуды и латентного периода с объемом инсульта. Эти результаты демонстрируют возможности ЭЭГ в качестве метода мониторинга повреждения головного мозга после инсульта [16].

Инсульт в артериях вертебробазилярной системы (ВВС) составляет 20-25% в структуре ишемического инсульта и часто носит жизнеугрожающий характер. Для инсульта в артериях ВВС характерны широкий спектр неспецифических симптомов, множество имитаторов



и зачастую атипичная клиническая картина, что нередко обуславливает позднюю или неправильную диагностику.

Обсудим наиболее сложные ситуации, встречающиеся в клинической практике.

Вялый тетрапарез и стволовая дисфункция (бульбарный синдром, парез мышц языка, дыхательные нарушения).

Может развиваться при двустороннем инфаркте продолговатого мозга, который составляет в структуре инсульта в артериях ВВС всего 1% и связан с окклюзией передней спинальной артерии (чаще на фоне атеросклеротического стеноза позвоночной артерии в сегменте V4). На МРТ форма инфаркта напоминает сердце [14]. Описанная клиническая картина требует проведения дифференциальной диагностики с синдромом Гийена — Барре, который характеризуется прогрессированием симптомов более суток (пик — 2 нед), дистальными парестезиями в дебюте (с наличием болей или без них), восходящим тетрапарезом, арефлексией, отсутствием патологических рефлексов; также могут наблюдаться нарушение фотореакций зрачков и двусторонний парез мимических мышц. Типична моторная или сенсомоторная полиневропатия по данным электро-нейромиографии, а также повышение уровня белка в цереброспинальной жидкости со 2-й недели заболевания [5].

Также должна проводиться дифференциальная диагностика с миастеническим кризом. Следует обращать внимание на наличие миастении в анамнезе и провоцирующие факторы (инфекционное заболевание, прием антибиотиков и некоторых других препаратов, аспирация, хирургические операции, беременность, депривация сна, физический и эмоциональный стресс). Мышечная слабость зависит от активности (в том числе увеличивается к вечеру), характерны слабость мышц шеи («свисающая голова», «свисающая челюсть»), двусторонний птоз, попадание еды и жидкости в нос при глотании, а также двусторонний парез мимических мышц [16].

Положительные пробы на патологическую утомляемость и проба со льдом (ice test), отсутствие патологических рефлексов и ответ на прозерин свидетельствуют о миастении, для подтверждения чего используется элект-ромиографический декремент-тест, однако он нечасто доступен в условиях оказания экстренной помощи. Другой причиной развития обсуждаемой клинической картины может явиться осмотический демиелинизирующий синдром, известный также как центральный понтинный миелолиз. Заболевание наблюдается у 2,5% пациентов отделений интенсивной терапии; 30-78% случаев связаны с гипонатриемией и/или ее быстрой коррекцией. К другим причинам относятся хронический алкоголизм, цирроз печени, нутритивная недостаточность, почечная недостаточность, ожоги и опухоли. Воздействие триггера обычно предшествует симптомам в интервале от 1 до 14 дней.

Симптоматика зависит от локализации демиелинизации. Наиболее частое проявление — энцефалопатия

с нарушением уровня бодрствования/сознания, делирием, нарушением памяти и внимания. При центральном понтинном миелолизе с нейровизуализационной картиной тотального поражения часто развивается синдром запертого человека. Также характерны дизартрия, дисфагия, зрачковые, глазодвигательные нарушения и угнетение сухожильных рефлексов. Подтверждением диагноза служит МРТ головного мозга, демонстрирующая типичную локализацию демиелинизации в центральных отделах моста — симптом «крыла летучей мыши» или «трезубца Нептуна (Посейдона)» [7].

**Острый приступ головокружения.** Головокружение является одним из наиболее частых симптомов инфаркта мозжечка. Каждый десятый пациент с инфарктом мозжечка испытывает изолированное головокружение. У четырех из пяти пациентов имеется инфаркт в бассейне медиальных ветвей задней нижней мозжечковой артерии с вовлечением узелка, реже головокружение возникает при инсульте в бассейне верхней или передней нижней мозжечковой артерии. В последнем случае (при инфаркте в бассейне лабиринтной артерии) развивается острый кохлеовестибулярный синдром. Несмотря на то, что инсульт в артериях ВВС часто проявляется головокружением в сочетании с очаговой неврологической симптоматикой, малые инфаркты с вовлечением нижней ножки мозжечка, узелка и вестибулярных ядер могут вызвать изолированное головокружение.

Первичная дифференциальная диагностика острого головокружения проводится в рамках острого вестибулярного синдрома, который, с использованием алгоритма NINTS+ или его модификаций, далее подразделяется на центральный и периферический [3]. Для центрального варианта синдрома, обычно связанного с поражением/дисфункцией структур мозжечка, характерны разнонаправленный взор-индуцированный нистагм, вертикальный нистагм, торсионный нистагм, отрицательный импульсный тест поворота головы (ИТПГ), а также выраженная туловищная атаксия [3]. Наличие последней специфично для инфаркта мозжечка [4].

Иногда за несколько часов или дней до развития острого вестибулярного приступа больные испытывают кратковременные эпизоды головокружения или неустойчивости, что также требует проведения дифференциальной диагностики с транзиторной ишемической атакой [36]. Слух при нейроните не снижается, если нет сочетанных заболеваний или острого лабиринтита/инфаркта лабиринта. Отсутствуют симптомы поражения ствола или других отделов головного мозга. Изредка инфаркт с избирательным поражением области входа вестибулярного нерва в продолговатый мозг, вестибулярных ядер, дорсолатеральных отделов моста или клочка мозжечка может проявляться головокружением, имитирующим вестибулярный нейронит (синдром псевдо-нейронита) [5]. Также характерен быстрый регресс, как головокружения, так и нистагма, тогда как при нейроните спонтанный нистагм сохраняется длительное время

(особенно при его визуализации с использованием очков Френзеля или системы «Видеофрензель»). Данный метод диагностики эффективен так как, минимизация ошибок в дифференциальной диагностике периферического острого вестибулярного синдрома достигается при помощи использования количественных тестов — видеонистагмографии и видео-ИТПГ [8].

Существенные диагностические сложности, в применении данного метода, могут возникнуть при наличии у пациента изолированного позиционного нистагма. При наличии признаков нетипичности (изолированный меняющийся направление позиционный нистагм, несоответствие характеристик нистагма предположительно вовлеченному полукружному каналу, отсутствие латентного периода, персистенция и отсутствие ответа на репозиционные маневры) следует в первую очередь исключать инфаркт мозжечка с поражением клочка или узелка.

Таким образом, инсульт в артериях ВВС характеризуется чрезвычайно вариательной клинической картиной. Несмотря на то, что у большинства пациентов имеются неспецифичные в отношении локализации поражения симптомы, при данном виде инсульта могут наблюдаться синдромы, распознавание которых значительно ускоряет постановку диагноза. Низкая информативность методов нейровизуализации в ранние сроки заболевания в совокупности с малой специфичностью клинической картины определяет необходимость дифференциальной диагностики инсульта в артериях ВВС.

Несомненно, что клинические методы дифференциальной диагностики, продолжает играть ключевую роль в ведении пациентов с инсультом в артериях ВВС.

В 2023 году, в основе общепринятых представлений о первичной и вторичной профилактике ишемического инсульта (ИИ) лежит концепция факторов риска (ФР). Инструментами прогнозирования служат шкалы риска и таблицы стратификации риска, в которые, как правило, включены традиционные ФР — возраст и пол, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), сахарный диабет (СД), высокий уровень холестерина в крови, малоподвижный образ жизни, фибрилляция предсердий, курение и употребление алкоголя.

В то же время существует понятие так называемого «резидуального (остаточного) риска». Это риск макро- и микрососудистых осложнений, который сохраняется у большинства пациентов, несмотря на современные стандарты терапии, включающие оптимальный контроль показателей уровня холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), артериального давления (АД) и глюкозы крови [5]. Предполагаемыми механизмами «резидуального риска» могут быть воспалительный, тромботический и метаболический [6]. Для повышения диагностической значимости шкал оценки риска цереброваскулярных заболеваний и ИИ в них включают разные биомаркеры, которые участвуют в механизмах развития макро- и микрососудистых осложнений. Под биомаркером понимают «характеристику, которая объективно

измеряется и оценивается как индикатор нормальных биологических процессов, патогенных процессов или фармакологического ответа на терапевтическое вмешательство» [7]. Хотя термин биомаркер может включать клинические или визуализационные измерения, он обычно используется для описания молекул, обнаруженных в жидкостях организма [8]. В зависимости от своей роли биомаркеры делятся на три основные категории: скрининговые, диагностические и прогностические. Биомаркеры могут предоставить информацию о гетерогенности развития и стать ориентиром для более эффективной персонализированной стратификации риска инсульта.

Потенциальными биомаркерами для скрининга субъектов высокого риска по развитию инсульта были названы: С-реактивный белок (СРБ), фибриноген, провоспалительные цитокины, фактор фон Виллебранда, мозговой натрийуретический пептид (BNP), соотношение альбумин/креатинин в моче, асимметричный диметиларгинин (ADMA) и другие. [9]. По данным другого обзора, при изучении значений 23 биомаркеров в развитии атеротромботического подтипа инсульта авторы в качестве перспективных биомаркеров для скрининга выделили ассоциированный с беременностью плазменный белок-А и фактор роста эндотелия сосудов. Однако в настоящее время недостаточно доказательств для применения этих биомаркеров в клинической практике [10].

Zanetti D. et al. [11] в 2020 г. выполнили исследование для оценки причинно-следственных ассоциаций 27 циркулирующих биомаркеров с 7 сердечно-сосудистыми событиями у 451933 участников (UK. Biobank) в сочетании с данными общедоступной сводной статистики GWAS (англ. genome-wide association studies). После менделеевской рандомизации было обнаружено 9 биомаркеров крови, связанных с развитием ИИ.

Однако, по данным другого анализа, только для гликированного гемоглобина была установлена связь с ИИ (отношение шансов (ОШ) =1,132; ДИ 95% 1,072-1,193;  $p=8,01 \times 10^{-5}$ ) [15].

Таким образом, на сегодняшний день трудно выделить тот скрининговый биомаркер, который наиболее диагностически значим для оценки высокого риска развития инсульта.

**Метаболические биомаркеры.** Известно, что инсулинорезистентность (ИР) — ключевое звено в патогенезе сахарного диабета 2-го типа и, следовательно, повышенного риска инсульта. Диагноз ИР у большинства пациентов основывается на клинических данных (признаках метаболического синдрома): гипергликемия, дислипидемия, абдоминальное ожирение, АД выше 130/80 мм рт. ст. Из биохимических показателей гиперинсулинемический-эугликемический клэмп-тест (НЕС) считается текущим «золотым стандартом» для определения ИР, однако из-за трудностей в его выполнении в клинической практике используется редко. Распространенные анализы на ИР НОМА или НОМА-IR имеют ограничения для их использования, в том числе изменения функции

(3-клеток с течением времени, отсутствие стандартизованного универсального анализа инсулина и отсутствие данных, демонстрирующих, что маркеры резистентности к инсулину предсказывают ответ на лечение. Поэтому исследователи начали изучать триглицерид-глюкозный индекс (TyG) — простой, экономически эффективный,

В 2023 году, выявление новых биомаркеров, ассоциированных с атеросклерозом и «остаточным риском», может дать новые инструменты для стратификации гетерогенной популяции пациентов на группы риска. В настоящее время существует перспективность целого ряда гемодинамических, кардиальных, коагуляционных, воспалительных, эндотелиальных сывороточных биомаркеров, которые могут применяться в прогнозировании риска развития ИИ. Дальнейшие наблюдения, особенно масштабные проспективные клинические исследования, необходимы для оценки значимости таких биомаркеров. Кроме того, правильные пороговые уровни должны быть точно интерпретированы и тщательно переоценены, прежде чем их можно будет использовать в клинической практике.

Церебральная амилоидная ангиопатия (ЦАА) — хроническое цереброваскулярное заболевание, обусловленное отложением бета-амилоида в стенках артерий среднего и мелкого калибров головного мозга [1]. В настоящее время возрастает интерес исследователей всего мира к этому заболеванию, что объясняется ростом его распространенности и повышением риска развития инсульта и деменции у больных с этой патологией [2]. Для подтверждения диагноза данного заболевания на сегодняшний день применяются модифицированные Бостонские критерии, в соответствии с которыми выделяют достоверный, вероятный и возможный варианты ЦАА [3].

«Достоверная ЦАА» может быть установлена на основании данных патоморфологического исследования при выявлении кровоизлияний типичной локализации в отсутствие иных диагностически значимых повреждений головного мозга. Именно посмертная биопсия головного мозга рассматривается как главный метод верификации ЦАА [4].

В реальной клинической практике наибольшее значение имеет диагноз «Вероятная ЦАА», который устанавливается с учетом клинических и нейровизуализационных данных. Выделяют строго специфичные геморрагические нейровизуализационные маркеры ЦАА и негеморрагические маркеры патологии белого вещества головного мозга, к которым, в частности, относятся гиперинтенсивности белого вещества (ГБВ, англ. — White Matter hyperintensities) [5]. ГБВ представляют собой зоны повышения сигнала по магнитно-резонансной томографии (МРТ) в режимах T2/FLAIR в белом веществе головного мозга [16] и могут отмечаться при микроангиопатии головного мозга разного генеза, но наиболее часто — при ЦАА и гипертензивной церебральной микроангиопатии (гЦМА) [17]. Сходство клинических прояв-

лений патологии мелких церебральных сосудов при ЦАА и гЦМА диктует необходимость поиска методов их дифференциальной диагностики, поскольку тактика ведения пациентов с данными состояниями отличается [8].

В то время как для гЦМА ГБВ являются одними из признанных «нейровизуализационных маркеров» при выполнении МРТ головного мозга [9], взаимосвязь между ЦАА и наличием ГБВ стала изучаться лишь в последнее десятилетие [10]. Следует отметить, что для ЦАА характерно преобладание ГБВ в задних отделах головного мозга и в перивентрикулярном белом веществе, окружающем задние рога боковых желудочков, а при гЦМА в патологический процесс вовлекается вся перивентрикулярная область.

Несмотря на повсеместное внедрение в клиническую практику КТ и МРТ, предоставивших возможность прижизненной верификации ЦАА, на сегодняшний день вопросы ранней диагностики этой патологии до конца не решены [15]. Наряду с ЦАА, распространенным фактором риска развития церебральной микроангиопатии является АГ, поэтому необходим поиск четких дифференциально-диагностических критериев поражения мелких церебральных сосудов различной этиологии [16].

Рассчитываемый по результатам МРТ фронтоокипитальный градиент позволяет оценить различную выраженность T2-гиперинтенсивностей белого вещества между лобной и затылочной долями. Результаты нашей работы указывают на статистически значимые различия в значениях ФОГ при ЦАА и гЦМА. Полученные показатели ФОГ ниже 1 свидетельствуют о преобладании поражения затылочных долей головного мозга, характерного для ЦАА, что соответствует данным литературы [5].

Церебральная амилоидная ангиопатия является труднодиагностируемым патологическим состоянием с геморрагическими и негеморрагическими маркерами поражения. Высокая специфичность пространственного паттерна T2-гиперинтенсивностей белого вещества головного мозга при церебральной амилоидной ангиопатии определяет потенциал его использования в качестве биомаркера данной патологии. Фронтально-окипитальный градиент является перспективным негеморрагическим маркером, обладающим высокой специфичностью и чувствительностью в диагностике церебральной амилоидной ангиопатии.

Максимально близко патогенез острого ишемического инсульта воспроизводят современные модели фокальных повреждений головного мозга, чаще обусловленных окклюзией просвета средней мозговой артерии (СМА) [2]. Окклюзия сосуда, как правило, достигается за счет использования синтетических нитей небольшого диаметра, сгустка крови или протромботического препарата [3]. Одной из таких экспериментальных моделей является метод фотохимического тромбоза. Данная модель позволяет наиболее приближенно к естественным условиям имитировать события, инициируемые окклюзией сосудов мозга при инсульте у человека [4].



В большинстве исследований с помощью фототромботической окклюзии микрососудов воспроизводят неокортикальный инсульт. Хотя этот метод вызывает тромботический инсульт, он не имеет прямой клинической аналогии, так как наблюдается окклюзия главным образом небольших сосудов коры (менее 40 мкм), а не крупной артерии или ее ответвлений. Тем не менее, это относительно простой, неинвазивный способ генерации локального инфаркта в любой заранее выбранной области неокортекса у крысы или мыши, поэтому он активно используется в экспериментах по моделированию, диагностике и терапии ишемического инсульта [6].

**Молекулярные методы исследования.** После ишемического инсульта повреждение клеток распространяется от очага инфаркта к окружающим тканям (область пенумбры). Для выявления белков, участвующих в механизмах альтерации нейронов и нейропротекции в пенумбре, исследуют изменения экспрессии белков с использованием микрочипов антител, наностринговых технологий и др. Например, с помощью микрочипов антител изучали изменения экспрессии более 200 нейрональных белков в пенумбре через 4 или 24 ч после очагового фототромботического инфаркта. Наибольшие изменения были выявлены через 4 ч после повреждающего воздействия и затрагивали белки путей передачи

сигналов, белки, отвечающие за рост и направление аксонов; везикулярный транспорт; биосинтез нейромедиаторов; межклеточные взаимодействия; белки цитоскелета и другие. Известно, что эти белки участвуют как в процессах повреждения нейронов, так и в нейропротекции.

**Моделирование фототромботического инсульта (ФТИ).** Для индукции фототромбоза наркотизированным животным в кровеносную систему (внутривенно крысам или внутрибрюшинно мышам) вводят раствор светочувствительного красителя (чаще всего, это Бенгальский Розовый) [7]. Он почти не проникает в клетки и остается в сосудистой системе головного мозга. Голову животного фиксируют в стереотаксической установке, выполняют продольный разрез кожи и удаляют надкостницу. Для крыс может понадобиться трепанация черепа в нужном месте с помощью специального бура [8]. Затем на определенном расстоянии от черепа устанавливают лазер, проводят облучение светом с длиной волны 520-560 нм в течение 10-30 мин, после чего операционную рану ушивают. Фотосенсибилизатор под воздействием интенсивного светового облучения производит активные формы кислорода, которые повреждают мембраны эндотелиоцитов кровеносных сосудов, что приводит к адгезии и агрегации тромбоцитов и, в конечном итоге, образованию тромбов в области облучения (рис. 1).

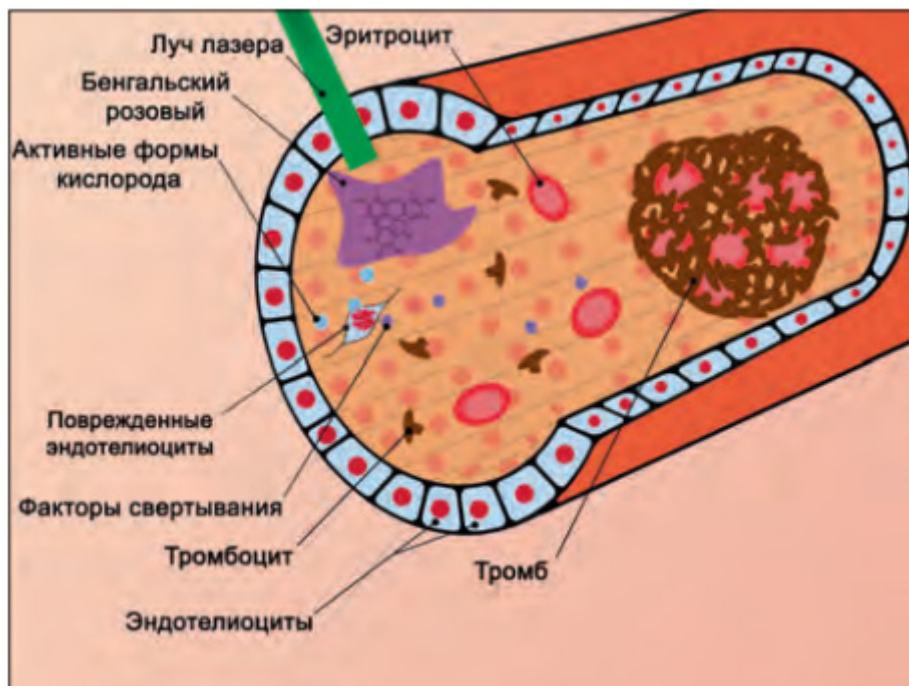


Рис. 1. Схематическое изображение механизма развития окклюзии кровеносного сосуда при фотоиндуцированном тромбозе

Локализация инсульта определяется местом облучения лазером, а его тяжесть — дозировкой фотосенсибилизатора и света [12].

**Преимущества и ограничения модели фототромбоза.** В основе патогенеза модели ФТИ лежит тромбообразованию вследствие нарушения целостности эндотелия с бы-

стро прогрессирующим ишемическим инфарктом и гибелью клеток в относительно небольшом объеме коры. В отличие от данной модели, в других моделях инсульта требуются более инвазивные методы хирургии, такие как окклюзия средней мозговой артерии (СМА). При этом повреждается одновременно кора и подкорковые области,

а область ишемической полутени (пенумбры) хорошо выражена. ФТИ является устоявшейся моделью для изучения фокальных ишемических повреждений мозга [12]. Патологические процессы в головном мозге, моделируемые фотохимическим тромбозом, аналогичны процессам, происходящим при остром нарушении мозгового кровообращения по ишемическому типу (атеротромботический, кардиоэмболический инсульт). Данная модель характеризуется высокой воспроизводимостью, возможностью контроля объема инфаркта мозга и низкой летальностью. Так, показано, что объем инфаркта зависит от интенсивности лазерного излучения, а также — от продолжительности светового воздействия: увеличение времени экспозиции светового пучка с 15 до 20 мин приводит увеличению объема инфаркта, что, однако, не усугубляет функциональные нарушения [17]. Модель ФТИ позволяет изучать динамику изменений сенсомоторных путей без влияния подкорковых областей. Использование данной модели дает возможность получить статистически достоверные количественные данные о степени повреждения мозга и динамике патологических и репаративных процессов, оценивать нейропротекторное действие фармакологических препаратов [13].

Итак, достоинствами данной модели являются: минимальная инвазивность, хорошая воспроизводимость кортикального инсульта, как у крыс, так и у мышей, низкая летальность среди животных, возможность выбора области воздействия, точность локализации местоположения ишемии, возможность контроля размеров и глубины ишемического повреждения [15].

К ограничениям модели можно отнести ее перманентный окклюзионный характер, что не позволяет использовать данную модель для изучения механизмов ишемически-реперфузионного повреждения клеток, а также реперфузионной терапии [10]. Другая проблема заключается в том, что фототромбоз вызывает в равной степени как сосудистые, так и цитотоксические отеки, тогда как ишемический инсульт у человека вызывает преимущественно цитотоксические отеки, которые не сразу приводят к нарушению гематоэнцефалического барьера, что является существенным ограничением, затрудняющим экстраполяцию полученных с помощью этой модели данных [5]. Из-за быстрого и интенсивного развития отека тканей и некроза получается относительно небольшая зона пенумбры. Это является одним из ограничений фототромботической модели, которое нужно учитывать при оценке эффективности реперфузии [2]. Ишемическая полутень, или пенумбра, была впервые определена Аструпом и его коллегами на основе электрофизиологических наблюдений как область, в которой снижение мозгового кровотока превышает порог недостаточности электрической функции, но не порог мембранной недостаточности. Пенумбра представляет собой пространственно-динамическую область мозга с ограниченной жизнеспособностью, которая характеризуется сложными патофизиологическими изменениями, затраги-

вающими функции нейронов. Сегодня пенумбра в более широком смысле определяется как область ишемизированной ткани, которая функционально повреждена и подвержена риску инфаркта, но потенциально может быть сохранена.

Также одним из недостатков модели фототромбоза является то, что, как правило, у экспериментальных животных отсутствует неврологический дефицит, или его очень сложно диагностировать.

Для решения этих и других проблем разрабатываются модификации модели ФТИ и новые современные методы диагностики повреждений. В ранних версиях модели фототромбоз вызывал тяжелый инсульт с быстро развивающейся зоной ишемии и отсутствием зоны пенумбры, но более поздние модификации модели с использованием других параметров лазера позволили получить более широкую зону пенумбры [11]. Например, менее интенсивное, но продолжительное фотодинамическое действие на кору головного мозга крыс (диодный лазер; 532 нм, 60 мВт/см<sup>2</sup>, 30 мин) приводило к возникновению пенумбры шириной 1,5-2 мм вокруг ядра инфаркта диаметром 3 мм, что было подтверждено данными гистологического и ультраструктурного исследований [11]. В работе U.I. Tuor и соавт. (2016) 5-минутное облучение коры головного мозга крысы светом с длиной волны 555 нм и интенсивностью около 40 мВт/см<sup>2</sup> после введения 10 мг/кг Бенгальского Розового индуцировало небольшой инфаркт с умеренной и диффузной пенумброй [10]. Т. А. Clark с соавт. (2019) предложили модификацию модели фототромбоза у мышей с использованием цифрового микро-зеркального прибора. Осуществлялась окклюзия нескольких ветвей СМА на поверхности моторной коры, при этом ограничивался коллатеральный мозговой кровоток и перекрывались ветви передней мозговой артерии. Данная методика позволила расширить зону пенумбры и отсрочить спонтанную реперфузию целевых артерий подобно тому, как это происходит у людей. В этом заключалось ее отличие от традиционной фототромботической модели, которая чаще всего приводит к постоянной окклюзии артерий и относительно ограниченному коллатеральному кровотоку. В связи с этим, предложенная модификация может служить потенциальной моделью ишемии-реперфузии головного мозга.

Полагают, что устойчивость модели ФТИ к фибринолитической терапии связана с тем, что в результате фотохимической реакции в сосудах формируется богатый тромбоцитами, но бедный фибрином сгусток. Недавно было предложена модель фототромбоза у мышей, в которой для фотоактивации тромбоза в проксимальной ветви СМА была использована комбинация красителя Бенгальского Розового (50 мг/кг) и субтромботической дозы тромбина (80 ЕД/кг), что приводило к образованию обогащенных фибрином и чувствительных к tPA свертков крови. При этом, размеры и локализация инфаркта были постоянными, а внутривенное введение tPA (Альтеплаза, 10 мг/кг) в течение 2 ч после фотоактивации достоверно

уменьшало размер инфаркта. Таким образом, модель ФТИ с усиленным тромбином может быть полезна для тестирования тромболитических методов лечения.

Недавно была предложена техника оптического просветления черепа у мышей без краниотомии, в ходе которой создается «оптическое окно», через которое может проникать световой луч. На основе этой техники была создана контролируемая модель ишемического инсульта путем комбинации метода оптической очистки черепа *in vivo* и процедуры фототромбоза. Данная модель представляет значительную ценность для исследований ишемического инсульта [12].

Таким образом, сегодня, ряд преимуществ модели фототромботического инсульта (малая инвазивность,

высокая воспроизводимость, возможность контроля объема инфаркта мозга и низкая летальность) обуславливают ее активное использование в экспериментальных исследованиях ишемического инсульта. Патологические процессы в головном мозге, моделируемые фотохимическим тромбозом, аналогичны процессам, происходящим при остром нарушении мозгового кровообращения по ишемическому типу (атеротромботический, кар-диоэмболический инсульт). Следовательно, данная модель позволяет изучать клеточные и молекулярные механизмы ишемического повреждения головного мозга и может быть полезна для поиска возможностей терапии инсульта.

#### Литература:

1. Андропова, П. Л., Гаврилов П. В., Казанцева И. П., Домиенко О. М., Наркевич А. Н., Колесникова П. А. и др. Оценка межэкспертной согласованности врачей-рентгенологов в диагностике ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии с помощью компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2023;27.
2. Драпкина, О. М., Концевая А. В., Калинина А. М., Авдеев С. Н., Агальцов М. В.; Александрова Л. М., и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022;21 (4):3235. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235>.
3. Кузьменко, Н. В., Плисс М. Г., Цырлин В. А., Галагудза М. М. Метаанализ влияния пола и возраста на сезонную динамику риска инсультов головного мозга. *Анализ риска здоровью*. 2023; (1):124-136 DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.12
4. Морозов, С. П., Владимирский А. В., Кпяшторный В. Г., Андрейченко А. Е., Кульберг Н. С., Гомболевский В. А. и др. (сост.) Клинические испытания программного обеспечения на основе интеллектуальных технологий (лучевая диагностика). Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.; 2019:34.
5. Гаврилов, П. В., Ушков А. Д., Смольникова У. А. Выявление округлых образований в легких при цифровой рентгенографии: роль опыта работы врача-рентгенолога. *Медицинский альянс*. 2019; (2):51-56.
6. Куракина, А. С., Семенова Т. Н., Гузанова Е. В., Нестерова В. Н., Щелчкова Н. А., Мухина И. В., и др. Прогностическое значение исследования нейронспецифической енолазы у пациентов с ишемическим инсультом. *Современные технологии в медицине*. 2021;13 (2):68-73. DOI: 10.17691/stm2021.13.2.08.
7. Мелдо, А. А. Разработка и внедрение системы искусственного интеллекта в лучевой диагностике очаговых образований в легких: дис. ... д-ра мед. наук; 3.1.25. Санкт-Петербург; 2022:235.
8. Толпыгина, С. Н.; Загребельный А. В., Чернышева М. И., Воронина В. П.; Кутишенко Н. П., Дмитриева Н. А.; и др. Отдаленная выживаемость больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, в различных возрастных группах в регистре РЕГИОН М. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28 (2):5250. DOI:10.15829/1560-4071-2023-5250.
9. Кулеш, А. А. Нейропротективная терапия в остром периоде ишемического инсульта. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021;13 (4):94-102. DOI: 10.14412/2074-2711-2021-4-94-102
10. Сехвейл, С. М. М., Гончарова З. А. Массивный ишемический инсульт (краткий обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал*. 2019; (1):48-52. eLIBRARY ID: 37024686.
11. Чехонацкий, В. А., Чехонацкий И. А. Магнитно-резонансная томография с основными и дополнительными программами в диагностике ишемического инсульта в острой фазе. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2017;7 (6): 1040. eLIBRARY ID: 29981350
12. Силкин, В. В.; Ершов В. И., Бурдаков В. В., Бирюкова Т. В., Бредихин А. Ю., Лозинская Т. Ю. Математическое моделирование тяжелого ишемического инсульта с полиорганной недостаточностью: ретроспективное наблюдательное исследование. *Вестник Интенсивной терапии им. А. И. Салтанова*. 2023;1:91-99. DOI: 10.21320/1818-474X-2023-1-91-100.
13. Цыган, Н. В., Андреев Р. В., Пелешок А. С., Коломейцев С. В., Яковлева В. А., Рябцев А. В., Гуменная М. А., Литвиненко И. В. Периоперационный мозговой инсульт в хирургии клапанов сердца: патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2018. № 118 (4). С. 52-60.
14. Калашникова, Л. А., Гулевская Т. С., Добрынина Л. А. Актуальные проблемы патологии головного мозга при церебральной микроангиопатии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова* 2018; 118 (2): 90-99, <https://doi.org/10.17116/jnevro20181182190-99>.



15. Гнедовская, Е.В., Добрынина Л.А., Кротенкова М.В., Сергеева А.Н. МРТ в оценке прогрессирования церебральной микроангиопатии. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2018; 12 (1): 61-68, <https://doi.org/10.25692/ACEN.2018.1.9>.
16. Phuah, C.L., Chen Y., Strain J.F., Yechoor N., Laurido-Soto O.J., Ances B.M., Lee J.M.; for the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Association of data-driven white matter hyperintensity spatial signatures with distinct cerebral small vessel disease. *Neurology* 2022; 99: e2535-e2547, <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000201186>.
17. Zhang, S.C., Jia J.J., Zhao H.L., Zhou B., Wang W., Lu X.H., Wang H., Wang Z. R, Wu W.P. Early MRI imaging and follow-up study in cerebral amyloid angiopathy. *Open Med (Wars)* 2021; 16 (1): 257-263, <https://doi.org/10.1515/med-2021-0212>.

## Офтальмологические проявления амилоидоза и их терапия

Гордикова Софья Николаевна, студент;

Луцик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент;

Дугушева Валерия Александровна, ассистент

Научный руководитель: Остроухова Оксана Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент;

Научный руководитель: Котова Юлия Александровна, доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой, зав. лабораторией Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

*Ключевые слова:* амилоидоз, офтальмологические заболевания, белок-амилоид, первичный амилоидоз, вторичный амилоидоз, воспаление, терапия, острая фаза, пациент.

**Актуальность.** Амилоидоз — это полиморфный системный процесс, стромально-сосудистая дистрофия, которая сопровождается нарушением белкового обмена, появлением аномального фибриллярного белка и образованием в межклеточной ткани и стенках сосудов гиалиноподобного вещества — амилоида. [1] К сожалению, амилоидоз на сегодняшний день является проблемой, которая все еще далека от разрешения. Но, проанализировав зарубежную и отечественную литературу, необходимо отметить, что интерес к изучению данного нарушения среди ученых и исследователей растет с каждым годом, так как оно достаточно распространено среди населения, имеет неблагоприятный прогноз, и при этом его диагностика и лечение до сих пор затруднены. [2]

В первую очередь необходимо рассмотреть классификацию амилоидоза. Первые системы классификации были разработаны на основе клинических факторов. До начала 1970-х годов преобладала идея об одном амилоидном веществе. Предлагались разнообразные описательные системы классификации, которые были основаны на распределении амилоидных отложений по органам и клинических результатах. Больше число систем включали первичный амилоидоз, при котором не было выявлено сопутствующего заболевания, и вторичный амилоидоз (т.е., вторичный по отношению к хроническим воспалительным заболеваниям). Некоторые системы классификации включали миеломно-ассоциированный, семейный и локализованный амилоидоз. Более современные классификации амилоидоза появились в конце 1960-х годов и связаны с разработкой методов превращения амилоидных фибрилл в растворимые. Данные методы дали ученым воз-

можность изучить химические свойства амилоидов. Такие описательные термины, как первичный амилоидоз, вторичный амилоидоз и другие (например, старческий амилоидоз), которые не основаны на причине, дают малое количество полезной информации и больше не рекомендуются.

В классификации амилоидных заболеваний, используемой в настоящее время, используется сокращение белка, образующего большинство отложений, с приставкой А. Например, амилоидоз, вызванный транстиретином, называется «АТTR». Конечно, характер отложений у разных людей отличается, но почти всегда состоит только из одного амилоидогенного белка. Отложение может быть системным, то есть затрагивающим множество систем органов, или органоспецифичным (локализованным).

Другие формы обусловлены различными заболеваниями, которые вызывают избыточную или ненормальную выработку белка — например, перепроизводством легких цепей иммуноглобулина (AL-амилоидоз) или постоянным перепроизводством белков острой фазы при хроническом воспалении (что может привести к AA-амилоидозу).

На сегодняшний день идентифицировано около 60 амилоидных белков, 36 из них связаны с заболеванием человека. Все белки амилоидных фибрилл начинаются с буквы «А», за которой следует белковый суффикс (и любая применимая спецификация). [3] Ниже приведены только основные из них:

1) Амилоидоз типа AL (AL-амилоидоз). Является первичным амилоидозом, который возникает в результате появления в плазме крови и отложения в различных

тканях организма аномальных легких цепей иммуноглобулинов, которые образуют малигнизированные плазмодциты.

2) Амилоидоз типа АА (АА-амилоидоз). Является вторичным амилоидозом, который возникает в результате избыточной продукции альфа-глобулина (белка острой фазы) печенью в ответ на хроническое воспаление.

3) Амилоидоз типа АF (АF-амилоидоз). Является наследственной формой амилоидоза с аутосомно-рецессивным механизмом передачи.

4) Амилоидоз типа АН (АН-амилоидоз). Является формой амилоидоза, наблюдаемой только у больных, находящихся на гемодиализном лечении.

5) Амилоидоз типа АЕ (АЕ-амилоидоз). Является формой местного амилоидоза, которая развивается в некоторых опухолях, например, в медуллярном раке С леток щитовидной железы. В данном случае амилоид образуется из патологических фрагментов кальцитонина. [4]

Особую роль занимают клинические проявления амилоидоза, в особенности офтальмологические. Долгое время данной теме не уделялось должного внимания. Но появившиеся в последние десятилетия новые материалы и факты в этой области дают возможность по-новому взглянуть на эту проблему, формируют «пласт» для изучения проявлений амилоидоза и связи его с глазными заболеваниями как в патологической анатомии, так и в клинической медицине.

**Цель.** Описать офтальмологические проявления амилоидоза и обосновать выбор соответствующих терапевтических мер, в зависимости от типа амилоидогенного белка.

**Материалы и методы.** Нами были проанализированы результаты исследований, проведенных офтальмологическими отделениями больниц в Бари (Италия), Майнце (Германия) и Хельсинки (Финляндия). 178 пациентов, которые были включены в исследование, имели различные типы амилоидоза, диагностированные в одном учреждении внутренней медицины (Бари, Италия). Для того чтобы представить всеобъемлющий обзор типов амилоидоза, которые могут быть связаны с поражением глаз, изображения, лабораторные данные и клинические описания пациентов с амилоидозом, структурно связанным с гелсолином, кератоэпителином и лактоферрином, были получены в сотрудничестве с офтальмологическими отделениями больниц в Майнце (Германия) и Хельсинки (Финляндия).

#### Литература:

1. Струков, А. И., Серов В. В. // Патологическая анатомия // учебник: — 5-е изд., стер. — М.: Литерра, 2012. — 848 с.
2. Ермилов, В. В. // Амилоидоз глаза (клинико-морфологическая характеристика) // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. — Москва, 1994-14.00.15. — 42 с.
3. Amyloidosis/ [Электронный ресурс] // Wikipedia: [сайт]. — URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Amyloidosis> (дата обращения: 20.09.2023).
4. Амилоидоз/ [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Амилоидоз> (дата обращения: 18.09.2023).
5. Dammacco R, Merlini G, Lisch W, and others // Amyloidosis and Ocular Involvement: an Overview // *Semin Ophthalmol* — 2020 — Т. 35 — № 1 — pages 7-26.

**Результаты.** Офтальмологическая патология была выявлена у 41 из 178 пациентов с амилоидозом (23%). AL-амилоидоз был диагностирован у 18 пациентов с системным заболеванием, у 3 — с множественной миеломой и у 11 — с локализованным амилоидозом. Амилоидоз-АА был выявлен у 2 пациентов с ревматоидным артритом и у 3 с синдромом Бехчета, а транстиретиновый амилоидоз — у 4 пациентов. Лечение AL-амилоидоза основано на химиотерапии для подавления выработки амилоидогенных L-цепей и хирургическом удалении образований конъюнктивы. Лечение АА-амилоидоза проводится путем целенаправленного воздействия на основное заболевание. Помутнения стекловидного тела и дополнительные данные о поражении глаз у пациентов с транстиретиновым амилоидозом указывают на необходимость витрэктомии pars plana. Гелсолиновый амилоидоз, характеризующийся решетчатой дистрофией роговицы и полиневропатией, приводит к рецидивирующему кератиту и рубцеванию роговицы, поэтому в данном случае кератопластика неизбежна. У пациентов с решетчатыми дистрофиями роговицы, которые связаны с амилоидными отложениями фрагментов кератоэпителина, прозрачность роговицы нарушается отложениями конгофильного материала в субэпителиальном слое и глубокой строме роговицы. Пациенты с установленными помутнениями роговицы проходят лечение путем трансплантации роговицы, но прогноз в данном случае неблагоприятный, так как после операции возможны повторные отложения на роговице. У пациентов со студенистой каплеобразной дистрофией амилоидные фибриллы, накапливающиеся под эпителием роговицы, состоят из лактоферрина и могут серьезно ухудшать остроту зрения. Кератопластика и ее варианты выполняются для восстановления зрения. [5]

**Выводы.** На основании результатов проведенных нами исследований можно сделать заключение, что всем пациентам с установленным или подозреваемым амилоидозом рекомендуется регулярное офтальмологическое наблюдение, независимо от биохимического типа амилоида. Тесное сотрудничество между офтальмологом и терапевтом облегчит более точную диагностику поражения глаз, заключающуюся в определении типа амилоидогенного белка, вызвавшего заболевание, что позволит вести полноценное лечение этих пациентов.

## К методике оценки здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха

Курбанова Шахноза Иркиновна, кандидат медицинских наук, доцент;  
Юсупхужаева Азиза Мажидовна, PhD доцент  
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

*Методика оценки распространенности болезней в связи с загрязнением атмосферного воздуха в целом обеспечивает выделение классов болезней, обусловленных высоким уровнем загрязнения атмосферы, дает возможность определить наиболее распространенные виды патологии, т.е. их приоритетную актуальность. По сравнению с исследованиями по выборочным совокупностям она более доступна, не требует материальных затрат, значительно сокращает время и трудозатраты.*

*Ключевые слова: атмосферный воздух, население, здоровье, заболеваемость, методика оценки.*

## On the method of assessing population health in connection with air pollution

Kurbanova Shakhnoza Irkinovna, candidate of medical sciences, associate professor;  
Yusupkhuzhayeva Aziza Mazhidovna, PhD, associate professor  
Tashkent Medical Academy (Uzbekistan)

*The methodology for assessing the prevalence of diseases in connection with air pollution in general ensures the identification of classes of diseases caused by high levels of air pollution and makes it possible to determine the most common types of pathology, i. e. their priority relevance. Compared to research on sample populations, it is more accessible, does not require material costs, and significantly reduces time and labor costs.*

*Keywords: atmospheric air, population, health, morbidity, assessment methodology.*

**Введение.** Атмосферный воздух является жизненно необходимым компонентом природной среды и входит в число приоритетных факторов окружающей среды, оказывающих воздействие на здоровье населения. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы контроля качества воздушной среды. Основными источниками его загрязнения являются постоянно функционирующие объекты коммунального хозяйства (объекты теплоэнергетики, автозаправочные станции и т.д.), промышленные предприятия, а также ежегодно увеличивающийся поток автотранспорта [1, 3].

При решении ряда вопросов, связанных с загрязнением окружающей природной среды, гигиенисты и практические санитарные врачи испытывают острую необходимость в показателях, характеризующих влияние вредных факторов на здоровье населения. По материалам ВОЗ, спектр реакций человека на воздействия загрязнения атмосферного воздуха может проявляться в пяти уровнях: 1-й уровень — смертность, 2-й — заболеваемость, 3-й — физиологические признаки болезни, 4-й — физиологические и другие сдвиги неизвестного значения, 5-й — накопление загрязнения в организме [3, 4].

Однако на практике санитарные врачи в связи с отсутствием в органах санитарного надзора соответствующих лабораторий, наиболее возможными аргументами для обоснования своих требований и предложений считают показатели заболеваемости. Хронические действия

загрязнений окружающей среды на здоровье населения являются наиболее частным типом неблагоприятного их влияния [5].

Влияние загрязнения можно определить путем сравнения показателей опытной и контрольной групп населения. По методикам формирования групп рекомендуется проводить путем составления идентичных выборочных совокупностей, предпочтительно из детских контингентов, более чувствительных к внешним воздействиям и не имеющих, как известно, вредных привычек и прямого контакта с производственными вредностями [6, 7, 8].

Однако в городах с развитыми предприятиями, интенсивным движением автотранспорта, обуславливающими высокий уровень и широкое распространение загрязнения атмосферы по всей их территории или на большей части ее, выделить контрольную группу чрезвычайно сложно, а чаще не представляется возможным. По этой причине формирование выборочных контрольных групп за пределами таких городов практикуется и в Ташкентском регионе [1].

Целью настоящей работы явилась отработка доступной для практических санитарных врачей и приемлемой методики для оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводили в городах с развитыми предприятиями химической промышленности (города Янгиюль и Чирчик)

и черной металлургии (город Алмалык). В качестве контроля выбран город Бекабад, который близок к изучаемым городам по климатическим и социальным факторам, условиям жизни и уровню медицинского обслуживания населения, но отличается от них по профилю промышленности, где основным градообразующим фактором является машиностроение. О загрязнении атмосферного воздуха судили по отчетам лаборатории в органах санитарного надзора, гидрометеослужбы, промышленных предприятий; о зарегистрированных заболеваниях — по материалам отчетов городских отделов здравоохранения.

Для установления различий показателей распространенности в опытных и контрольном городах проведена их стандартизация прямым методом (за стандарт принята возрастная структура населения области), исчисление показателей наглядности (за 100% принята величина соответствующих стандартизованных показателей для г. Бекабада), определение коэффициентов достоверности различий (только при величине показателя наглядности больше 100%). При оценке за нижнюю достоверную границу различий стандартизованных показателей принят коэффициент достоверности, равный или больше 2 (доверительная вероятность  $p > 95\%$ ).

**Результаты собственных исследований.** Анализ полученных материалов показал, что количественно и качественно выбросы предприятий в атмосферу различны. За 4 года валовой выброс веществ в атмосферу превысил таковой в контроле: в г. Янгиюле в 300-266,8 раза (72,2% выбросов приходилось на предприятия черной, 7,1% — цветной металлургии); в г. Чирчике — в 576,3-565 раз (98,4% выбросов предприятия черной металлургии); в г. Алмалыке — 124,2-94,6 раз (100% выбросов медеплавильного комбината).

Перечень ингредиентов, определяемых лабораториями в атмосферном воздухе, различен (от 4 до 8 наименований) и включает наиболее распространенные (пыль, сернистый газ, двуокись азота окись углерода) и специфические вещества (фенол, свинец, мышьяковистый ангидрид и др.).

В опытных городах максимальные разовые концентрации вредных веществ превышали соответствующие ПДК практически во всех точках наблюдения, в контрольном городе находились в пределах нормативов. Оценку многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха проводили по суммарному показателю — К сум (4), который учитывает концентрации веществ, как проявляющих эффект биологической суммации, их класс опасности и ПДК. Он составил в г. Янгиюле 10,8-11,9; в г. Чирчике — 8,4-16,8; в г. Алмалыке — 146,3-355,3, что указывает на значимую разницу между уровнями загрязненной атмосферы в опытных и контрольных городах.

При анализе стандартизованных показателей распространенности болезней установлено, что в группах дет-

ского населения наиболее распространены в городах Янгиюле и Чирчике болезни эндокринной системы — соответственно 224,7 и 348,2%, нервной системы и органов чувств — 218,6 и 248,6%, органов дыхания — 128,6 и 113,9%, пищеварения — 136,8 и 121,1%, врожденные аномалии — 186,3 и 245,1%, перинатальная заболеваемость — 736,8 и 263,2%, неточно обозначенные состояния — 530,1 и 686,7%, несчастные случаи, отравления, травмы — 169,7 и 180%, сумма заболеваний по всем классам — 134,7 и 127,1%. Кроме того, в г. Янгиюле болезни кожи составили 125,7%, костно-мышечной системы — 230%, в г. Чирчике психические расстройства 268,9%, болезни крови — 216,7%; болезни эндокринной системы — 163,9%, врожденные аномалии — 205%, перинатальная заболеваемость — 842,1%; в г. Алмалыке болезни нервной системы и органов чувств — 210,7%, кожи — 170,8%, врожденные аномалии — 156,9%, перинатальная заболеваемость — 368,4%, неточно обозначенные состояния — 481,9%.

В структуре общей заболеваемости преобладают заболевания органов дыхания, удельный вес которых в опытных городах составляет среди детей 67-72%, среди взрослого населения 29-34%. Последующие три места, как правило, занимают среди детей болезни нервной системы и органов чувств; несчастные случаи, отравления, травмы; болезни кожи. Удельный вес этих заболеваний — соответственно 3,6 — ,6; 4-6,3; 3,8-9,5%; в группах взрослого населения — несчастные случаи, отравления, болезни нервной системы и органов чувств; болезни системы кровообращения. Удельный вес заболеваний — соответственно 9,7-15,3; 4,3-16,3; 8,5-10,8%. В целом по условиям исследования большее распространение болезней в городах с предприятиями химической промышленности и черной металлургии обусловлено загрязнением атмосферного воздуха.

Более высокий по сравнению с контролем процент болезней в классе «несчастные случаи, отравления, травмы» с учетом структуры общей заболеваемости и сведений о количестве автотранспорта и травматизме связан среди детей в городах Янгиюле и Чирчик с дорожно-транспортным травматизмом, среди взрослых в городах Янгиюль, Чирчик, Алмалык с неудовлетворительными условиями труда.

**Заключение.** Методика оценки распространенности болезней в связи с загрязнением атмосферного воздуха в целом обеспечивают выделение классов болезней, обусловленных высоким уровнем загрязнения атмосферы, дает возможность определить наиболее распространенные виды патологии, т.е. их приоритетную актуальность. По сравнению с исследованиями по выборочным совокупностям она более доступна, не требует материальных затрат, значительно сокращает время и трудозатраты. Сказанное позволяет рекомендовать данную методику гигиенистам и санитарным врачам для первичных исследований по этой тематике.



## Литература:

1. Азимова, М. К. Воздействие загрязнения атмосферного воздуха на репродуктивное здоровье женщин // Биология и интегративная медицина. — 2016. — №. 1. — С. 64-69.
2. Бережнова, Т. А., Мамчик Н. П., Клепиков О. В. Загрязнение атмосферного воздуха как угроза безопасности жизнедеятельности населения // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2011. — Т. 10. — №. 1. — С. 37-39.
3. Быстрых, В. В., Боев В. М., Борщук Е. Л. Оценка канцерогенного риска в связи с антропогенным загрязнением атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. — 1999. — №. 1. — С. 10-12.
4. Огудов, А. С., Креймер М. А., Турбинский В. В. Значение гигиены атмосферного воздуха в экономическом и территориальном планировании // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). — 2015. — №. 1 (29). — С. 111-128.
5. Рябова, Е. А. Загрязнение атмосферного воздуха Москвы // Гигиена и санитария. — 1993. — №. 1. — С. 10-11.
6. Сидоренко, Г. И. Актуальные вопросы гигиены атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. — 1975. — №. 12. — С. 5-11.
7. Тафеева, Е. А. и др. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха как фактора риска здоровью населения Казани // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94. — №. 3. — С. 37-40.
8. Хикматуллаева, Ш. С., Гиршевич Е. И., Хамрабаев А. Б. Гигиенические аспекты охраны атмосферного воздуха в индустриальном городе // Гигиена и санитария. — 1991. — №. 10. — С. 11-12.

## Удовлетворенность пациентов качеством оказания скорой медицинской помощи

Старовойтов Сергей Олегович, кандидат медицинских наук, доцент;

Флотская Дарья Родионовна, студент;

Гилимьянов Мирас Анасович, студент;

Филиппов Вадим Валерьевич, студент

Ижевская государственная медицинская академия

*В данной статье рассмотрены вопросы о работе скорой медицинской помощи в Ижевске, а также об удовлетворенности пациентов качеством оказываемой скорой медицинской помощи в Удмуртской Республике.*

*Ключевые слова:* скорая медицинская помощь, опрос пациентов, удовлетворенность.

**В**ведение. Скорая медицинская помощь (СМП) является одним из важнейших и необходимых видов медицинской помощи, т.к. позволяет оказывать пациентам экстренную квалифицированную помощь, после которой сокращаются сроки лечения больных, снижается вероятность возможной инвалидизации, а порой спасается и их жизнь. По данным ВОЗ гибель пациентов происходит из-за отсутствия квалифицированной помощи на догоспитальном этапе или из-за несвоевременного обращения в скорую медицинскую помощь. На сегодняшний день СМП в системе общего медицинского обеспечения населения Российской Федерации (РФ) имеет характер приоритетного развития и модернизируется. Она играет важную роль в оказании первичной медико-санитарной помощи, и ее медико-социальная значимость обусловлена частым обращением населения в пункт скорой помощи по поводу экстренных жизнеугрожающих состояний, травм или обостряющихся хронических заболеваний. Однако пациенты сейчас рассматривают СМП не столько как способ экстренной помощи, сколько как способ консультации. Некоторые люди вызывают бри-

гаду скорой помощи в ситуациях, когда проблему можно решить, обратившись за помощью в поликлинику, либо вызвав участкового терапевта. Скорая медицинская помощь — это жизненно важная круглосуточная служба, которая обеспечивает медицинскую помощь населению при заболеваниях, несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях, требующих срочного медицинского вмешательства. Организация этой службы требует высокой компетентности и координации между различными медицинскими учреждениями и специалистами. Действительно, скорая помощь может спасти жизни и снизить риск осложнений и инвалидизации у пострадавших. Также сотрудники СМП должны с уважением, доброжелательно относиться к своим пациентам, соблюдать деонтологию. Сегодня в условиях поиска новых подходов к повышению качества оказания медицинских услуг мнение пациентов может служить одним из критериев в комплексной оценке деятельности медицинской организации. Результаты изучения удовлетворенности качеством предоставляемых услуг достаточно точно отражают позитивные и негативные тенденции, позволяют выявить факторы,



снижающие удовлетворенность пациентов медицинским обслуживанием. Это помогает своевременно принимать корректирующие меры и служит объективным основанием при принятии решений руководством учреждения.

В настоящее время оценка удовлетворенности осуществляется с использованием социологического подхода, который состоит в изучении мнения пациентов о различных аспектах качества медицинской помощи на основании анкетирования. В условиях процесса улучшения качества предоставляемых медицинских услуг изложенный подход все больше вызывает интерес у специалистов в области организации здравоохранения.

**Цель исследования:** изучение мнения пациентов о качестве оказания скорой медицинской помощи.

**Материалы и методы исследования:** проведено социологическое исследование среди пациентов г. Ижевска,

обратившихся за скорой медицинской помощью. Исследование проводилось с августа по октябрь 2023 года. Объектом исследования были пациенты в возрасте старше 18 лет. Сбор статистического материала проводился методом анонимного анкетирования, с согласия пациентов, по специальной авторской анкете по изучению удовлетворенности населения качеством оказанной скорой медицинской помощи. В ходе сбора материала заполнено было 130 анкет «Изучение удовлетворенности пациентов качеством оказания СМП». Расчеты проводились с использованием статистических программ MO Excel и Statistica23.

**Результаты и обсуждения:** результаты исследования показали, что в составе изученного контингента преобладали женщины (57,7%), а мужчин было только 42,3% (табл. 1).

Таблица 1. Распределение пациентов, обратившихся в СМП, по полу

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
Мужской	55	42,3%
Женский	75	57,7%
Всего	130	100,0%

По итогам анкетирования выявлено больше женщин, чем мужчин. Это связано с тем, что женщины чаще заботятся о своем здоровье. Мы уточнили у мужчин, почему же они редко вызывают скорую. Оказалось, им неудобно вызывать медицинский персонал, так как они считают, что ситуация несущественная.

Среди пациентов, обратившихся в СМП, преобладали лица в возрасте 45-59 лет, что составило 48,6%, зато лица 18-44 лет обращались намного реже — 24,6%, а количество пациентов в возрасте 75-90 лет составило 4,6% (рис. 1).

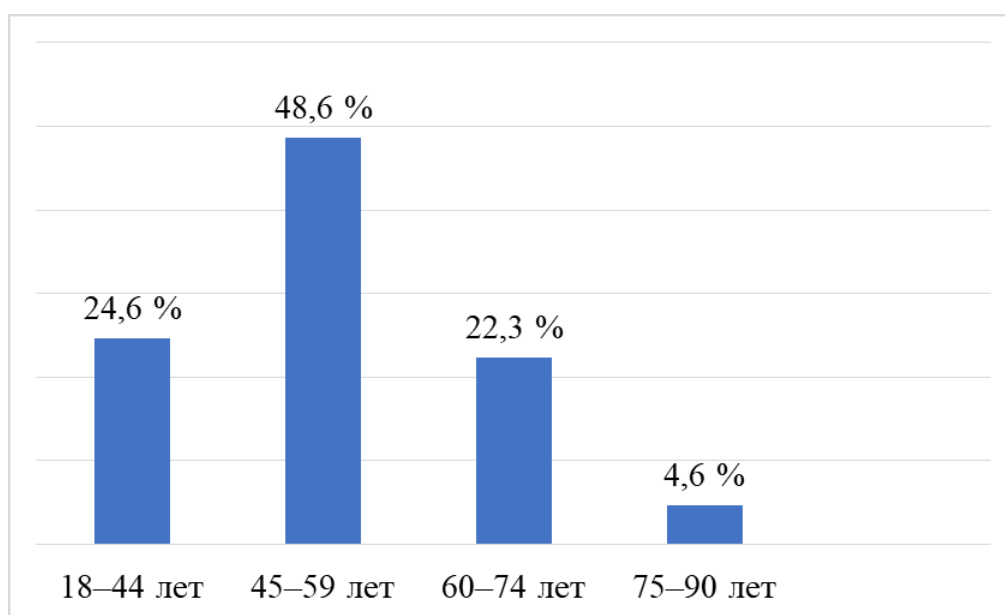


Рис. 1. Распределение пациентов, обратившихся в СМП, по возрасту

Анкетирование пациентов показало, что люди в возрасте 45-59 лет вызывают СМП чаще, чем остальные. Это говорит о том, что у людей в этом возрасте иммунитет более ослаблен.

Далее мы хотели узнать, почему же люди все-таки вызывают скорую медицинскую помощь, чтобы проанализировать данные и сделать вывод, с каким же заболеванием чаще попадают в СМП.

Итоги анкетирования: люди чаще всего вызывают скорую по различным состояниям, угрожающим жизни, — 61,6%. Это связано с тем, что пациенты не могут самостоятельно посетить больницу, либо не хотят заражать других людей, либо не могут оказать себе помощь в таких ситуа-

циях, когда находятся на грани смерти, они просто не знают, что делать и как себе помочь. На втором месте по частоте вызова скорой помощи стоят роды и угроза прерывания беременности — 26,9%. Пациенты с психическими расстройствами вызывают СМП в 11,5% случаев (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика причин вызова пациентами скорой помощи

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
1. Состояния/заболевания, представляющие угрозу жизни пациента	80	61,6%
2. Психические расстройства, сопровождающиеся действиями пациента, представляющими непосредственную опасность для него или других лиц	15	11,5%
3. Роды, угроза прерывания беременности	35	26,9%
Медико-санитарные последствия чрезвычайной ситуации	0	0%
Всего	130	100,0%

Пациенты обычно вызывают скорую помощь по телефону, звоня диспетчеру, а диспетчер уже распределяет вызовы по бригадам. Вызовы СМП по телефону преобладают и составляют 72,4%, в сравнении с количеством

пациентов, которые не ждут СМП и обращаются сами в медицинское учреждение (27,6%) (рис. 2).

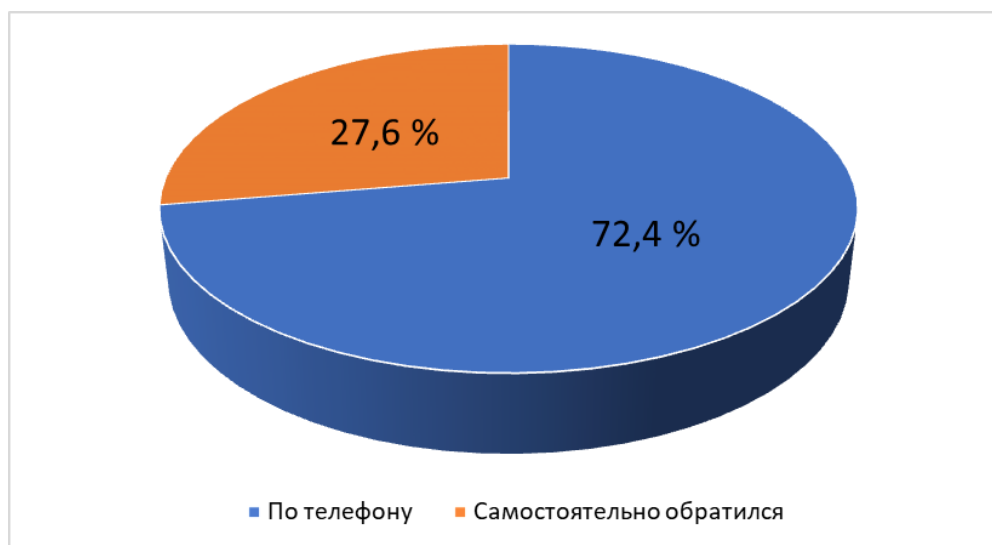


Рис. 2. Способ вызова бригады СМП по городу Ижевску

Пациенты, которые полностью довольны обслуживанием СМП, составляют 59,2%, но также есть люди, ко-

торых что-то не устроило в работе учреждения, — 16,2% (табл. 3).

Таблица 3. Удовлетворенность обслуживанием (доброжелательность, вежливость) бригадой скорой медицинской помощи

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
Да	77	59,2%
Нет	32	24,6%
Не совсем	21	16,2%
Всего	130	100,0%

Пациенты в основном довольны работой скорой медицинской помощи. Это связано с доступностью и квалифицированной помощью больным и хорошим обеспечением материалами и оборудованием.

Компетентность членов бригады СМП полностью устроила 63,0% пациентов, не вполне — 10,8%, а пациентов, которых полностью не устроило отношение медицинского персонала, — 26,2% (табл. 4).

Таблица 4. Удовлетворенность компетентностью членов бригады скорой медицинской помощи

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
Да	82	63,0%
Нет	34	26,2%
Не вполне	14	10,8%
Всего	130	100,0%

Пациенты довольны компетентностью бригады скорой медицинской помощи. Это говорит о качественном обучении медицинского персонала и ответственном подходе к работе.

Люди, которые были полностью удовлетворены материально-техническим оснащением и лекарственным

обеспечением бригады скорой медицинской помощи, составляют 87%, также есть люди, которые полностью недовольны обеспечением бригады СМП, — 8% (рис. 3).

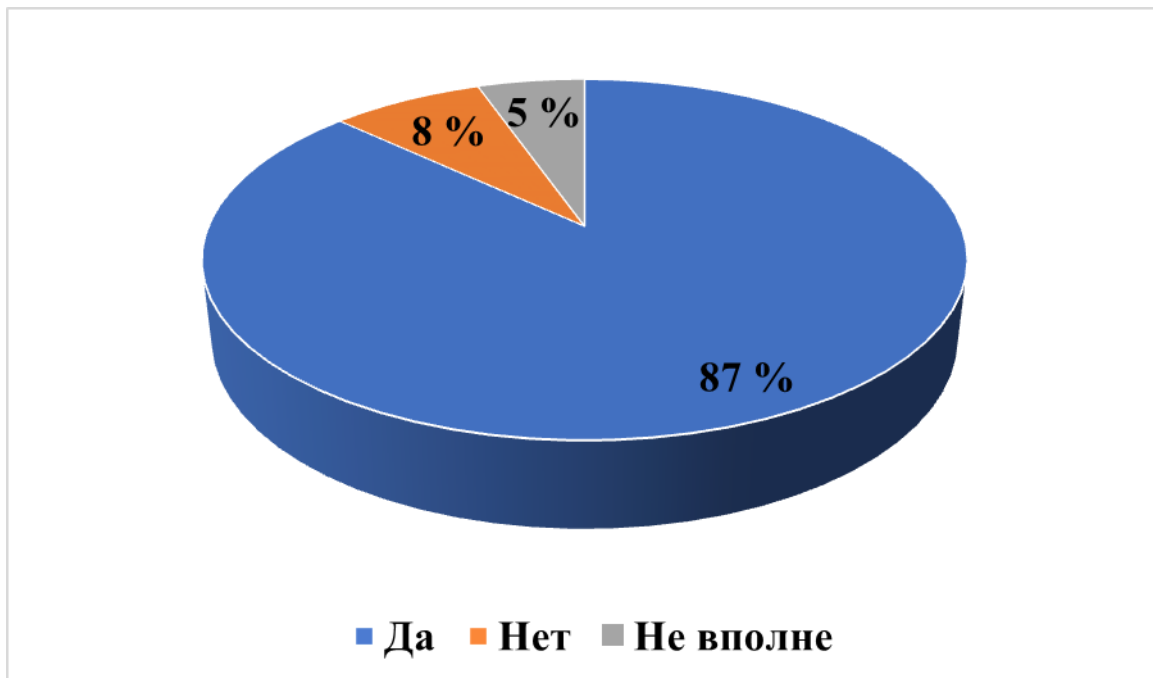


Рис. 3. Удовлетворенность материально-техническим оснащением и лекарственным обеспечением бригады скорой медицинской помощи

Пациенты довольны техническим и лекарственным оснащением скорой медицинской помощи. Это хороший показатель того, что СМП очень хорошо оборудована всем необходимым для оказания помощи населению.

При оказании медицинской помощи дополнительную (специализированную) бригаду скорой медицинской помощи вызывают часто — процентное соотношение составляет 70% (рис. 4).

Бригадам скорой медицинской помощи иногда необходимы дополнительные силы для оказания помощи. Это может быть связано с тем, что для оказания помощи нужно больше человек ССМП: например, реанимационная бригада, акушерская или психиатрическая.

Пациентов, которые были полностью удовлетворены специализированной бригадой, — 91,0%, и совсем не понравилась компетентность дополнительной (специализированной) бригады скорой медицинской помощи 9,0% пациентов (рис. 5).

Пациенты в основном довольны компетентностью дополнительной бригады СМП. Работники СМП с ответственностью подходят к выполнению своих обязанностей по оказанию помощи населению.

Доля пациентов, поступивших в стационар, составила 65%. Число пациентов, которым полностью помогла СМП, которые не нуждались в стационаре, составило 35% (табл. 5).

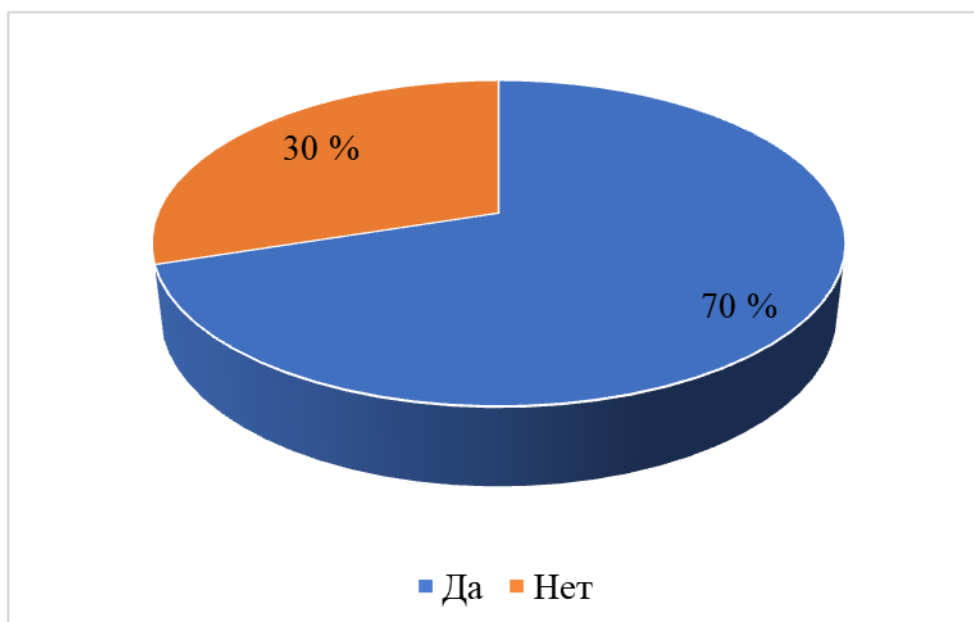


Рис. 4. Вызов дополнительной (специализированной) бригады СМП

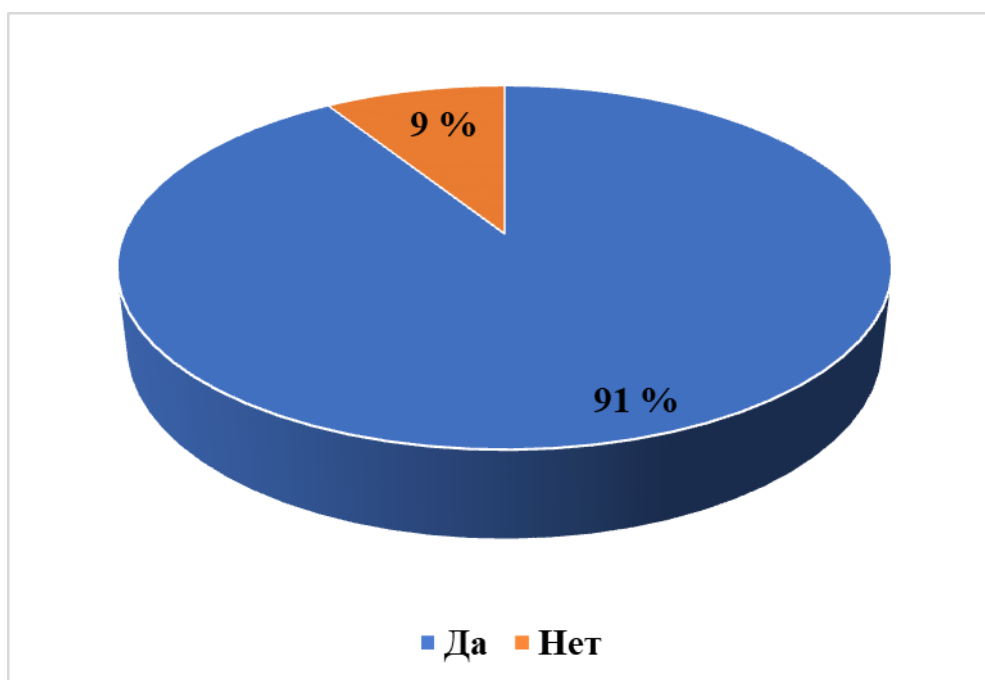


Рис. 5. Удовлетворенность компетентностью дополнительной (специализированной) бригады скорой медицинской помощи

Таблица 5. Бригада скорой медицинской помощи доставила в стационар

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
Да	85	65,0%
Нет	42	35,0%
Всего	130	100,0%

Пациентов в основном доставляют в стационар для оказания квалифицированной помощи. Это может быть связано с тем, что пациентам была необходима до-

полнительная аппаратная диагностика, которой нет в машине СМП.

Комментарий оставили всего лишь 35% пациентов из 130 анкетированных (табл. 6).

Таблица 6. Оставили комментарии о качестве обслуживания бригадой скорой медицинской помощи в социальных сетях

Ответ	Количество человек	Процентное соотношение (%)
Да	46	35,0%
Нет	84	65,0%
Всего	130	100,0%

Пациенты не публикуют отзывы о действиях СМП в Интернете. Это может быть связано с тем, что они не хотят разглашать свои персональные данные и действия СМП.

**Заключение:** таким образом, результаты социологического опроса пациентов свидетельствуют о том, что достаточно большая доля пациентов — 64% — удовлетво-

рена оказываемой медицинской помощью. Пациенты полностью довольны работой медицинского персонала в 91% случаев. Также скорая медицинская помощь полностью обеспечена всем необходимым материалом и оборудованием. Отсюда можно сделать вывод, что профессиональная компетентность медицинского персонала находится на высшем уровне.

#### Литература:

1. Попова, Н. М., Старовойтов С. О., Латыпов И. Ш., Сайфуллин Д. С. Социологический опрос пациентов, обратившихся за скорой медицинской помощью. *Modern Science*. 2020/№ 12-2. С. 218-221.
2. Багненко, С. Ф. Основные положения концепции развития скорой медицинской помощи в Российской Федерации // *Скорая медицинская помощь*. 2009. №2. С. 60-66.
3. Калининская, А. А., Шляфер С. И., Дзугаев А. К. Объем и характер работы скорой медицинской помощи в Российской Федерации и пути ее реорганизации // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2005. № 4. С. 25-33.
4. Анализ и оценка работы бригад СМП при обслуживании вызовов с поводом «травма, опасная для жизни» на производстве, в общественном месте и в быту. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7036>

## Интубация без миорелаксанта

Тойиров Фуркатжон Туйчибой угли, врач-ординатор

Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева (г. Москва)

*В этой статье исследуется осуществимость, безопасность и эффективность интубации без использования миорелаксантов, основное внимание уделяется альтернативным методам и их последствиям. Традиционная практика введения миорелаксантов во время интубации связана с потенциальными осложнениями и повышенными затратами. Для совершенствования практики интубации без применения миорелаксантов рекомендуются дальнейшие исследования, сравнительные исследования и разработка рекомендаций.*

**Ключевые слова:** интубация, миорелаксант, анестезия, управление дыхательными путями, комфорт пациента, осложнения

## Intubation without muscle relaxant

*This article explores the feasibility, safety and effectiveness of intubation without the use of muscle relaxants, focusing on alternative methods and their consequences. The traditional practice of administering muscle relaxants during intubation is associated with potential complications and increased costs. To improve the practice of intubation without the use of muscle relaxants, further studies, comparative studies and the development of recommendations are recommended.*



*Keywords: intubation, muscle relaxant, anesthesia, airway management, patient comfort, complications*

**И**нтубация — важная процедура, выполняемая в различных медицинских учреждениях для защиты дыхательных путей и обеспечения адекватной вентиляции легких во время анестезии и интенсивной терапии. Традиционно введение миорелаксанта было неотъемлемой частью процесса интубации для достижения оптимальных условий для успешной интубации. Однако применение миорелаксантов связано с потенциальными осложнениями и увеличением стоимости. Цель этой статьи — изучить осуществимость, безопасность и эффективность интубации без применения миорелаксантов, уделив особое внимание альтернативным методам и их последствиям.

Чтобы оценить практику интубации без миорелаксантов, был проведен систематический поиск литературы с использованием электронных баз данных, включая PubMed, Embase и Кокрановскую библиотеку. Были отобраны соответствующие исследования, опубликованные в период с 2000 по 2023 год, и проанализированы их результаты. Критерии включения включали исследования, сравнивающие интубацию с миорелаксантами и без них, изучение альтернативных методов, оценку исходов лечения пациентов и документирование осложнений.

Результаты:

Интубация без применения миорелаксантов известна как интубация в состоянии бодрствования. Она проводится в ситуациях, когда введение миорелаксантов может быть противопоказано или нежелательно. Интубация в бодрствующем состоянии обычно проводится пациентам с потенциально затрудненными дыхательными путями или высоким риском осложнений от миорелаксантов, таким как пациенты с тяжелой обструкцией дыхательных путей, нестабильностью шейного отдела позвоночника или известной чувствительностью или аллергией на эти лекарства.

Вот общий обзор этапов, связанных с интубацией в бодрствующем состоянии:

— Подготовка: Убедитесь, что все необходимое оборудование для интубации находится в легкодоступном месте, включая ларингоскоп, эндотрахеальную трубку, стилет, отсос и альтернативные устройства для дыхательных путей.

— Предварительная оксигенация: Перед процедурой пациенту вводят дополнительный кислород через маску для лица или носовую канюлю, чтобы увеличить запасы кислорода в легких.

— Местная анестезия: Местно обезболивают дыхательные пути с помощью местного анестетика, такого как лидокаин, распыляемого на заднюю стенку горла, заднюю часть глотки и голосовые связки. Это приводит к онемению области и помогает уменьшить рвотный рефлекс и дискомфорт.

— Седативное действие: Введите седативное средство, чтобы пациент чувствовал себя комфортно и был

готов к сотрудничеству во время процедуры. Выбор седативного средства зависит от состояния здоровья пациента, возраста и индивидуальных потребностей. Обычно используемые седативные средства включают мидазолам и пропофол.

— Доступ к дыхательным путям: Используя ларингоскоп, врач осторожно вводит эндотрахеальную трубку через голосовые связки в трахею. Это может потребовать корректировки и многократных попыток, так как пациент, скорее всего, будет кашлять и давиться из-за отсутствия расслабления мышц.

— Подтверждение: Проверьте правильность размещения эндотрахеальной трубки в трахее с помощью капнографии, аускультации звуков дыхания и подъема грудной клетки. Кроме того, убедитесь в достаточной оксигенации и вентиляции легких.

Важно отметить, что интубация в бодрствующем состоянии может быть сложной задачей и требует специальных знаний в области управления дыхательными путями. Процедура может быть связана с повышенным дискомфортом и беспокойством пациента, а также с более высоким риском осложнений по сравнению с интубацией, выполняемой при расслаблении мышц. Поэтому его обычно прибегают для конкретных клинических ситуаций, когда польза перевешивает потенциальные риски.

Появилось несколько альтернативных методов, облегчающих интубацию без применения миорелаксантов. Быстрая последовательная интубация (RSI) — широко используемый подход, сочетающий седативное действие и паралич с недеполяризующими нервно-мышечными блокирующими агентами, но не требующий введения миорелаксанта. Видеоларингоскопия и волоконно-оптическая бронхоскопия — это другие методы, используемые для улучшения визуализации и успешности интубации без применения миорелаксантов. Эти методы продемонстрировали разную степень успеха в различных группах пациентов и клинических сценариях.

Отсутствие миорелаксантов во время интубации создает как преимущества, так и проблемы. Одним из ключевых преимуществ является потенциальное снижение риска осложнений, связанных с введением миорелаксантов, таких как анафилаксия и остаточная нервно-мышечная блокада. Кроме того, отказ от миорелаксантов может привести к повышению комфорта и удовлетворенности пациента. Однако интубация без миорелаксантов требует тщательного отбора пациента, адекватной седативной терапии и использования альтернативных методов. Такие факторы, как затрудненное управление дыхательными путями, ожирение и сопутствующие заболевания, могут повлиять на успех интубации без применения миорелаксантов.

**Выводы:**

Интубация без миорелаксантов может быть приемлемым вариантом у отдельных пациентов при условии соблюдения соответствующих методов и мер предосторожности. Альтернативные подходы, такие как RSI, видеоларингоскопия и волоконно-оптическая бронхоскопия, показали многообещающие результаты в повышении показателей успешности интубации. Однако решение об отказе от миорелаксантов должно приниматься индивидуально, с учетом клинического состояния пациента, оценки состояния дыхательных путей и опыта медицинского работника.

Необходимы дальнейшие исследования для оценки отдаленных результатов и безопасности интубации без применения миорелаксантов, особенно у пациентов с высоким риском. Сравнительные исследования между различными альтернативными методиками и стандартными протоколами интубации могут пролить свет на их эффективность и связанные с ними осложнения. Разработка ре-

комендаций и протоколов, специфичных для интубации без применения миорелаксантов, может обеспечить стандартизированные подходы для медицинских работников. Кроме того, в учебных программах и образовательных инициативах следует уделять особое внимание надлежащему внедрению альтернативных методов для обеспечения оптимального ухода за пациентом и успеха процедуры.

В заключение, интубация без миорелаксантов — это развивающаяся практика, которая предлагает потенциальные преимущества с точки зрения безопасности пациента, комфорта и снижения затрат. Альтернативные методы могут обеспечить успешные результаты интубации, хотя тщательный отбор пациентов и соответствующая подготовка имеют решающее значение. Дальнейшие исследования и разработка руководящих принципов помогут усовершенствовать этот подход, что позволит медицинским работникам принимать обоснованные решения и повысить качество лечения дыхательных путей.

## Литература:

1. Андреевко, А. А., Долбнева Е. Л., Мизиков В. М., Стамов В. И. Обеспечение проходимости верхних дыхательных путей в стационаре. В кн.: Заболотских И. Б., Шифман Е. М. (ред.) Анестезиология и реаниматология: клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.
2. Бунятян, А. А., Мизиков В. М. (ред.) Анестезиология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011: 194-213.
3. Богданов, А. Б., Корячкин В. А. Интубация трахеи. СПб.: Санкт-Петербургское медицинское издательство, 2004. 183 с.
4. Jungbauer, A., Schumann M., Brunkhorst V., et al. Expected difficult tracheal intubation: a prospective comparison of direct laryngoscopy and video laryngoscopy in 200 patients. *Br. J. Anaesth.* 2009; 102 (4): 546-550. PMID: 19233881. DOI: 10.1093/bja/aep013.
5. Бобырь, А. Л., Босенко В. И., Бойчук С. И. и др. Место и роль ларингеальной маски в современной анестезиологии. *Достижения биологии медицины.* 2012; (1): 29-31.
6. Cheney, F. W., Posner K. L., Lee L. A., et al. Trends in anesthesia-related death and brain damage: a closed claims analysis. *Anesthesiology.* 2006; 105 (6): 1081-1086. PMID: 17122570.
7. Metzner, J., Posner K. L., Lam M. S., Domino K. B. Closed claims» analysis. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* 2011; 25 (2): 263-276. PMID: 21550550. DOI: 10.1016/j. bpa. 2011.02.007.
8. Буров, Н. Е., Волков О. И. Тактика и техника врача-анестезиолога при трудной интубации. *Клин анестезиол. и реаниматол.* 2004; 1 (2): 68-74



# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 46 (493) / 2023

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
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, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 29.11.2023. Дата выхода в свет: 06.12.2023.

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

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

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