



Παράδειγμα

Парадигма

Paradigma

Ελεκτρονικό
επιστημονικό
επισχέδιο

№2, 2025

Парадигма

Електронно
научно списание

БРОЙ 2/2025

Издател:

"ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ
ИЗСЛЕДВАНИЯ И
ИНФОРМАЦИЯ

"ПАРАДИГМА" ЕООД
БЪЛГАРИЯ, гр. Варна
9002,

р-н Одесос, ул.

Опълченска No 27

Е-mail:

niiparadigma@gmail.com

www.paradigma.science

ISSN 2367-8658

Договори на размещение:

eLIBRARY.RU
CYBERLENINKA



Публикационна политика:



Редакционен съвет

Абакаров Д. К., к.с.н. (г. Брянск, Россия); **Анжиганова Л. В.**, д.ф.н., профессор (г. Абакан, Россия); **Антамошкин А. Н.**, д.т.н., профессор (г. Красноярск, Россия); **Арпентьева М. Р.**, д. психол. наук, доцент, член-корреспондент РАЕ академик МАЕ (г. Калуга, Россия); **Багоцкий С. В.**, к.б.н., доцент МИОО, ученый секретарь Московского общества испытателей природы (г. Москва, Россия); **Белобрыкина О. А.**, к.психол.н., доцент, академик Академии полярной медицины и экстремальной экологии человека (г. Новосибирск, Россия); **Блюмин С. Л.**, д.ф.-м.н., профессор (г. Липецк, Россия); **Бобкова Е. Ю.**, к.пед.н., доцент (г. Самара, Россия); **Валитова И. Е.**, к.пс.н., (г. Брест, Республика Беларусь); **Галкина А. И.**, с.н.с., начальник отдела ФГБНУ "ИУО РАО", руководитель Объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование», почетный работник науки и техники РФ (г. Москва, Россия); **Галчева К. Б.**, доцент, доктор по педагогика Пловдивски университет „П.Хилендарски“ (г. Пловдив, Республика България); **Заславский А. А.**, к. пед. наук, доцент, (г. Москва, Россия); **Заславская О. Ю.**, д.пед.н., профессор; **Землянухина Н. С.**, д.э.н., профессор (г. Саратов, Россия); **Землянухина С. Г.**, д.э.н., профессор (г. Саратов, Россия); **Ищанова Г. Т.**, к.э.н., (г. Алматы, Казахстан); **Капрусова М. Н.**, к.ф.н., доцент (г. Борисоглебск, Россия); **Костригин А. А.** (г. Нижний Новгород, Россия); **Кошенова М. И.**, к.пс.н., доцент, зав.каф. социальной психологии и виктимологии (г. Новосибирск, Россия); **Кравец О. Я.**, д.т.н., профессор (г. Воронеж, Россия); **Магсумов Т. А.**, к.и.н., доцент (г. Набережные Челны, Россия); **Няголова М. Д.**, канд. психол. наук, доцент истории психологии Великотърновского университета имени Святых Кирилла и Мефодия (г. Велико Търново, Республика България); **Останков А. В.**, д.т.н., профессор (г. Воронеж, Россия); **Перова М. Б.**, д.э.н., профессор (г. Вологда, Россия); **Поляков Ю. А.**, к.т.н., доцент, (г. Москва, Россия); **Садчиков А. П.**, д.б.н., профессор Международного биотехнологического центра МГУ имени М.В.Ломоносова, вице-президент Московского общества испытателей природы (г. Москва, Россия); **Саенко Л. В.**, к.ю.н., доцент (г. Саратов, Россия); **Седов В. А.**, к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой теоретических основ электротехники (г. Владивосток, Россия); **Седова Н. А.**, к.т.н., доцент (г. Владивосток, Россия); **Семенютина А. В.**, д.с.-х.н., зав. отделом биологии древесных растений ВНИАЛМИ (г. Волгоград, Россия); **Сидоровнин Г. П.**, директор Европейского Столыпинского инфоцентра (г. Майнц, Германия); **Соловьева А. Г.**, к.б.н., профессор РАЕ, с.н.с. (г. Нижний Новгород, Россия); **Суркова И. Ю.**, д. социол. н., доцент (г. Саратов, Россия); **Терехова А. А.** к.пед.н. (г. Самара, Россия), **Трендафилова А. Т.**, ассистент Факультета общественного здоровья Медицинский университет-София (г. София, республика България); **Фурсов А. Л.**, к.э.н., директор научно-исследовательского института «Парадигма» (г. Саратов, Россия); **Хусяинов Т. М.** (г. Нижний Новгород, Россия)

Главен редактор
Андрей Фурсов

Культурология

УДК 130.2

Шукурова Г., Астанакулов Х. Ш., Чарыев Д. Д., Гурбанмырадова О. Б.
Туркменский государственный институт культуры, Ашхабад, Туркменистан

Культурное наследие Туркменистана

Аннотация. В статье рассматривается культурное наследие Туркменистана, его историческое развитие и влияние на современное общество. Анализируются архитектурные памятники, традиционные ремесла, устное народное творчество и религиозное наследие. Отмечается значимость сохранения и популяризации культурного наследия как ключевого элемента национальной идентичности.

Ключевые слова: Туркменистан, культурное наследие, архитектура, традиции, национальная идентичность.

Shukurova G., Astanakulov Kh. Sh., Charyev D. D., Gurbanmyradova O. B.,
Cultural Heritage of Turkmenistan

Abstract. The article examines the cultural heritage of Turkmenistan, its historical development, and its impact on modern society. It analyzes architectural monuments, traditional crafts, oral folklore, and religious heritage. The importance of preserving and promoting cultural heritage as a key element of national identity is emphasized.

Keywords: Turkmenistan, cultural heritage, architecture, traditions, national identity.

Введение. Туркменистан обладает богатым культурным наследием, сформированным на протяжении тысячелетий. Его территория была частью древних цивилизаций, включая Парфию и Хорезм, а Великий шёлковый путь способствовал развитию ремесел, торговли и архитектуры. В данной статье рассмотрены основные аспекты культурного наследия Туркменистана и его значение для современного общества.

Культура Туркменистана формировалась под влиянием множества исторических эпох. Этот регион всегда был перекрестком различных народов, культур и цивилизаций, что способствовало развитию уникального культурного облика. От древних поселений до современной государственности туркменский народ бережно сохраняет традиции, отраженные в его искусстве, ремеслах и духовных практиках.

Архитектурные памятники. Архитектурное наследие Туркменистана включает в себя уникальные памятники древности. Среди них выделяются:

Античный город Ниса – столица Парфянского царства, включенная в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Город был важным политическим и культурным центром древнего мира.

Древний Мерв – один из важнейших центров исламского мира в Средние века, который имел огромное значение для науки и искусства.

Куны-Ургенч – архитектурный комплекс, включающий мавзолеи, минареты и крепостные стены, отражающие влияние различных культурных традиций.

Гробница Сулеймана Пекера – выдающийся образец туркменской религиозной архитектуры, являющийся местом паломничества.

Эти памятники свидетельствуют о высоком уровне развития зодчества и инженерного мастерства древних туркмен. Многие из них были частично разрушены в результате войн и природных катаклизмов, однако современные реставрационные работы помогают сохранить их для будущих поколений.

Туркменистан обладает богатым историко-культурным наследием, которое отражает развитие цивилизаций на протяжении тысячелетий. Включение объектов в список Всемирного наследия ЮНЕСКО подтверждает их уникальность и значимость для мировой культуры. В настоящее время в список ЮНЕСКО внесены несколько культурных объектов Туркменистана, играющих важную роль в изучении истории региона.

Объекты культурного наследия ЮНЕСКО в Туркменистане

Древний город Мерва. Один из самых значимых археологических памятников в Центральной Азии, Мерв был важным центром на Великом шёлковом пути. Город существовал более 2 000 лет, пережил расцвет при Ахеменидской, Сасанидской и Сельджукской империях. Сегодня руины Мерва включают крепости, мавзолеи и другие архитектурные сооружения, свидетельствующие о культурном и торговом развитии региона.

Кёнеургенч. Город, являвшийся столицей Хорезмского государства, был важным центром науки, культуры и религии. Среди сохранившихся памятников особенно выделяются мавзолей Тюрабек-ханым, минарет Кутлуг-Тимура и мавзолей Фахруддина Рази. Эти постройки представляют собой уникальные образцы средневековой исламской архитектуры.

Анау. Древний город Анау известен своими археологическими находками, относящимися к разным историческим периодам. Руины Анау включают остатки мечети XIV века, построенной при Тимуридах, а также свидетельства более ранних цивилизаций. Этот объект играет важную роль в изучении культурного и исторического наследия региона.

Включение туркменских памятников в список Всемирного наследия способствует развитию туризма, привлечению инвестиций и популяризации культурных традиций страны. Государственные программы по охране и реставрации памятников направлены на их сохранение и адаптацию для посещения туристами.

Культурное наследие Туркменистана, признанное ЮНЕСКО, является важным элементом национальной и мировой истории. Сохранение этих памятников требует комплексного подхода, включающего научные исследования, реставрационные работы и популяризацию среди широкой

аудитории. Дальнейшее развитие международного сотрудничества в области культурного наследия позволит усилить роль Туркменистана на мировой арене.

Туркменистан известен своими **ремесленными традициями**, которые сохраняются и по сей день. Среди них особое место занимают:

Туркменские ковры, которые ценятся во всем мире за уникальные узоры и высокое качество. Ткачество передается из поколения в поколение, а некоторые орнаменты имеют сакральное значение.

Гончарное искусство, уходящее корнями в древность. В Туркменистане найдены образцы керамики, относящиеся к различным историческим эпохам.

Ювелирное дело, характеризующееся изысканными серебряными украшениями с национальными мотивами, которые традиционно использовались в свадебных церемониях.

Обработка кожи и текстильное производство, играющие важную роль в культурной жизни страны. Известны также традиционные войлочные изделия, используемые в быту.

Устное народное творчество является важной частью культурного наследия Туркменистана. Туркменский эпос, в частности "Гёроглы", передается из поколения в поколение, сохраняя традиции и культурные ценности. Народные песни, сказки и пословицы также играют значительную роль в формировании национального самосознания.

Фольклор Туркменистана включает в себя богатый пласт мифологии, героических сказаний и исторических легенд. Гёроклы – один из самых известных героев туркменского эпоса, символизирующий мужество и стойкость. Помимо этого, большое значение имеют народные праздники, сопровождаемые танцами и музыкальными представлениями.

Особую роль в религиозной культуре Туркменистана играют суфийские традиции. Суфизм оказал влияние на развитие философии и литературы региона, способствуя формированию духовных ценностей, передающихся на протяжении веков.

В современном Туркменистане предпринимаются активные меры по сохранению культурного наследия. Государственные программы направлены на реставрацию памятников, развитие народных ремесел и популяризацию национальных традиций. Также важную роль играет цифровизация культурных объектов, позволяющая сохранить историческую информацию для будущих поколений.

В последние десятилетия Туркменистан участвует в международных проектах по охране культурного наследия. Это способствует укреплению связей с другими странами и обмену опытом в области реставрации и сохранения памятников. Международные организации, такие как ЮНЕСКО, поддерживают инициативы по охране наследия Туркменистана.

Заключение. Культурное наследие Туркменистана является важным элементом национальной идентичности и требует бережного сохранения. Государственная поддержка в сфере культуры, реставрация исторических памятников и популяризация традиционных ремесел способствуют сохранению уникального культурного облика страны. Дальнейшие исследования и международное сотрудничество в области культурного наследия помогут укрепить позицию Туркменистана на мировой арене как страны с богатой историей и культурным достоянием.

Список литературы

1. Атаев Р. "Историко-культурное наследие Туркменистана". Ашхабад: Туркмениздат, 2020.
2. ЮНЕСКО. "Объекты Всемирного наследия в Центральной Азии". Париж, 2019.
3. Кулиев М. "Традиционные ремесла и народное искусство Туркменистана". Ашхабад, 2018.
4. Каррыев Б. "Исламская архитектура Туркменистана". Москва: Наука, 2017.

Медицина, ветеринария

УДК 616-00

Туркумук Т.А.

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Майкоп, Россия

Коморбидность и синдром старческой астении у пациентов гериатрического отделения

Аннотация: Данная статья посвящена исследованию и раскрытию понятий коморбидности, мультиморбидности и полиморбидности. На фоне роста числа населения в мире, возраст старческого населения значительно увеличивается, а вместе с ним и распространенность различных заболеваний. В связи с этими, медицинские работники сталкиваются с различными клиническими ситуациями, которые требуют современных методов решения. В статье проводится статистический анализ для выявления процентного роста населения старческого возврата. Приводятся примеры оценки полиморбидности с применением специальных методов, а также патологических состояний у пациентов гериатрического отделения.

Ключевые слова: Коморбидность, ССА – синдром старческой астении. Полиморбидность. Мультиморбидность. Геронтология.

Turkumuk T. A.

Comorbidity and senile asthenia syndrome in patients of the geriatric department

Abstract: This article is devoted to the study and disclosure of the concepts of comorbidity, multimorbidity and polymorbidity. Against the background of population growth in the world, the age of the senile population is increasing significantly, and with it the prevalence of various diseases. In this regard, medical professionals are faced with various clinical situations that require modern solutions. The article provides a statistical analysis to identify the percentage growth of the senile return population. Examples of polymorbidity assessment using special methods, as well as pathological conditions in patients of the geriatric department are given.

Key words: Comorbidity, CSA – senile asthenia syndrome. Polymorbidity. Multimorbidity. Gerontology.

В гериатрическом отделении основной проблемой является синдром старческой астении (ССА). Он характеризуется возрастным снижением физиологических резервов и функций различных систем организма, что делает пожилых людей более уязвимыми к воздействию внутренних и внешних факторов.

ССА тесно связан с другими гериатрическими синдромами и полиморбидностью, и увеличивает вероятность неблагоприятных событий, таких как госпитализация, падения и переломы, потере независимости, а

также смерть. Но может быть обратимым при правильном подходе. Это важно учитывать при выборе тактики лечения пациента. [2]

Население пожилого возраста неоднородно, и прогноз зависит не только от возраста, но и от наличия хронических заболеваний.

В России создаётся гериатрическая служба, которая стремится охватить как можно больше пожилых людей.

«Здоровое старение» — это не просто отсутствие заболеваний у пожилых людей, а сохранение их функциональной активности. IV Международная (74 Всероссийская) научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения» подчёркивает важность этого аспекта. [1].

В настоящее время во многих странах мира люди старше 60 лет составляют более четверти населения. В России же доля людей старше 65 лет достигает 14%.

Увеличивается число людей, чей возраст превышает 75 лет, а также долгожителей, чей возраст составляет 90 лет и более. Это приводит к росту интереса медицинских работников и всего населения к проблемам, связанным со старением.

Геронтология — это наука, изучающая процесс старения. Гериатрия, или клиническая геронтология, — это часть геронтологии, которая занимается медицинскими аспектами старения.

У большинства пациентов, у которых диагностирована старческая астения, наблюдается множество хронических заболеваний, их количество достигает 4-5.

В соответствии с результатами нового исследования, недавно опубликованного Национальным бюро статистики Великобритании, наблюдается тенденция к сближению средней продолжительности жизни мужчин и женщин в современном обществе. Ожидается, что к 2030 году этот показатель может стать одинаковым для обоих полов.

Симптомы, связанные с возрастными изменениями организма, становятся более выраженными под влиянием неблагоприятных условий и заболеваний.

При развитии любого заболевания в пожилом возрасте нарушение механизмов компенсации и повышенная утомляемость приводят к морфофункциональным нарушениям не только в поражённой системе, но и в других, особенно в нервной и сердечно-сосудистой.

Например, симптомы, характерные для заболеваний центральной нервной системы (ЦНС), могут проявляться при обострении хронических заболеваний внутренних органов или при присоединении острых заболеваний. Это происходит как из-за усиления симптомов возрастных изменений, так и из-за развития патологических процессов в нервной системе из-за нарушения механизмов компенсации.

Именно поэтому у пациентов пожилого возраста часто преобладают жалобы, связанные с неврологическими или психоэмоциональными проблемами.

Полиморбидность — это состояние, при котором у одного человека одновременно наблюдается несколько хронических заболеваний. Эти заболевания могут быть связаны между собой или развиваться независимо друг от друга.

Симптомы полиморбидности часто трудно определить, поэтому врачи объединяют их в синдромы, которые называются «портретами» полиморбидности. Среди них можно выделить кардиометаболический, психотический, пульмонологический и другие.

Для диагностики полиморбидности используются различные методы, включая лабораторные и инструментальные исследования, а также специальные индексы, такие как Charlson и ICED, и системы CIRS-G.

Таблица 1. Пример индекса Charlson

Заболевания пациентки С., 73 года	Балл	
Инфаркт миокарда	1	X
Сердечная недостаточность	1	X
Поражение периферических сосудов (наличие перемежающейся хромоты, аневризма аорты более 6 см, острая артериальная недостаточность, гангрена)	1	X
Преходящее нарушение мозгового кровообращения	1	
Острое нарушение мозгового кровообращения с минимальными остаточными явлениями	1	
Деменция	1	
Бронхиальная астма	1	
Хронические неспецифические заболевания легких	1	
Коллагенозы	1	
Язвенная болезнь желудка и/или 12-перстной кишки	1	
Цирроз печени без портальной гипертензии	1	
Сахарный диабет без конечечно-органных поражений	1	
Острое нарушение мозгового кровообращения с гемиплегией или параплегией	2	X
Хроническая почечная недостаточность с уровнем креатинина > 3 мг %	2	X
Сахарный диабет с конечечно-органными поражениями	2	X
Злокачественные опухоли без метастазов	2	
Острый и хронический лимфо- или миелолейкоз	2	
Лимфомы	2	
Цирроз печени с портальной гипертензией	3	
Злокачественные опухоли с метастазами	6	
Синдром приобретенного иммунодефицита	6	
Сумма баллов	9	

Когда помимо сопутствующих заболеваний, существует также ряд конкурирующих патологий, которые не имеют доказанных на данный момент патогенетических механизмов, связывающих их между собой, это все называется – **мультиморбидностью**.

Коморбидность же это – различные болезни, которые обычно имеют общий патогенетический механизм. [4].

Для человека, особенно пожилого, крайне важно, чтобы терапия привела к улучшению самочувствия, уменьшению или полному исчезновению субъективных симптомов заболевания. В клинической практике успешное устранение основных жалоб определяет степень доверия пациента к врачу и его готовность следовать назначенному лечению.

Исследования неоднократно подтверждали, что повышенное артериальное давление ускоряет развитие атеросклероза и является одним из ключевых факторов риска ишемической болезни сердца. Поэтому эти два заболевания часто проявляются одновременно, например, в виде стенокардии, инфаркта миокарда или аритмии. Это повышает вероятность осложнений и летального исхода.

Кроме того, высокое артериальное давление значительно увеличивает риск развития инсульта головного мозга.

При сахарном диабете (СД) могут возникать различные формы ишемической болезни сердца (ИБС), такие как стенокардия, безболевая ишемия миокарда, инфаркт миокарда и внезапная сердечная смерть.

Микроангиопатии и невропатии, которые часто сопутствуют СД, могут приводить к развитию безболевых форм ИБС.

У пациентов с СД безболевой инфаркт миокарда встречается в 20–25% случаев, что в два раза чаще, чем у людей без СД. Это связывают с автономной кардиальной нейропатией.

СД может быть одним из ключевых факторов, провоцирующих ишемический инсульт. Это может происходить как напрямую, вызывая нарушения обмена веществ в нервной ткани, так и косвенно, увеличивая вероятность развития острого нарушения мозгового кровообращения. СД может привести к ангиопатии головного мозга, которая, в свою очередь, нарушает микроциркуляцию. [3]

В качестве иллюстрации полиморбидности у людей старшего возраста можно привести метаболический синдром. Это комплекс нарушений обмена веществ, гормонального фона и клинических проявлений, в основе которого лежит инсулинорезистентность и компенсаторное повышение уровня инсулина в крови.

У лиц старше 60 лет наиболее часто встречающимся сопутствующим заболеванием является остеоартроз, составляющий 10–12% в общей структуре заболеваний

Остеоартроз – наиболее часто встречающаяся форма суставных заболеваний, которая становится одной из главных причин потери трудоспособности, ухудшает качество жизни и требует существенных финансовых вложений для лечения.

Вывод:

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что в современном мире проблемы со здоровьем у людей старшего возраста остаются актуальными и требуют внимания.

С годами в организме происходят изменения, которые могут привести к развитию различных заболеваний. Кроме того, болезни у пожилых людей могут протекать иначе, чем у молодых, из-за особенностей организма. Наличие сопутствующих заболеваний также может усложнить клиническую картину и затруднить диагностику и лечение.

Всё это требует особого подхода к обследованию и лечению пациентов старшего возраста. Основная задача лечения — сохранить и улучшить качество жизни пациента.

Список литературы

1. Превентивная гериатрия, или антивозрастная медицина. А.Н. Ильницкий, К.И. Прощаев, С.В. Трофимова, И.В. Бирюкова – 2015г. С. 589-592
2. Клинические рекомендации – Старческая астения – 2024-2025-2026 (05.06.2024) – Утверждены Минздравом РФ -106с.
3. Безболевая ишемия миокарда у больных артериальной гипертонией и сахарным диабетом 2 типа без клинических проявлений ишемической болезни сердца. Бурматов М.В. – 2004г. Глава 1.3.2
4. Происхождение, развитие и современная трактовка понятий «коморбидность» и «полиморбидность»/ А.К. Нургазирова// Казанский медицинский журнал. — 2014. С.295-296

УДК 617- 089

Туркумук Т. А.

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Майкоп, Россия

Выбор метода оперативного вмешательства при операциях на органы брюшной полости

Аннотация: Ежегодно в стране выполняется более тысячи операций. Из них более 40% операций приходится на органы брюшной полости. В данной статье проводится анализ выбора методов оперативного вмешательства при операциях на органы брюшной полости. Анализируются современные техники доступа к органам брюшной полости. Рассматриваются их различные плюсы и минусы, а также критерий, на которые врач-хирург может опереться при выборе методов оперативного вмешательства.

Ключевые слова: Лапаротомия, лапароскопия, мини-доступ, оперативное вмешательство.

Turkumuk T. A.

The choice of the method of surgical intervention during operations on the abdominal organs

Abstract: More than a thousand operations are performed annually in the country. Of these, more than 40% of operations are performed on the abdominal organs. This article analyzes the choice of surgical intervention methods for operations on abdominal organs. Modern techniques for accessing abdominal organs are analyzed. Their various advantages and disadvantages are considered, as well as the criteria that a surgeon can rely on when choosing surgical intervention methods.

Keywords: Laparotomy, laparoscopy, mini-access, surgical intervention.

В практике каждого хирурга всегда встает вопрос о том, какой из методов доступа в брюшную полость выбрать.

На сегодняшний день в хирургии применяются три вида доступа к органам брюшной полости:

- 1) Лапаротомия.
- 2) Операции из малых доступов (Мини-доступ).
- 3) Лапароскопия.

Лапаротомия (от греч. *Lapara* – пах, чрево и *tome* – разрез, сечение) – операция по вскрытию живота. Это основной доступ в брюшную полость в общей хирургии, подразумевающий обязательное вскрытие париетального листка брюшины.

Лапаротомные доступы можно классифицировать на:

1. Продольные:

- Срединные (срединно-лапаротомия): разрез проходит по белой линии живота.
- Параректальные (трансверзостомия, мезоколонэктомия): разрез проходит параллельно правой или левой боковой стенке живота.
- Трансверзальные: разрез проходит поперек живота.

2. Поперечные:

- Верхняя срединная лапаротомия: разрез проходит над пупком.

- Нижняя срединная лапаротомия: разрез проходит ниже пупка.
- Разрез Федорова: разрез проходит горизонтально на уровне пупка.

3. Косые:

- Волковича-Дьяконова: разрез проходит под углом к срединной линии.
- Черни: разрез проходит косо вниз и влево или вправо.

4. Комбинированные:

- Тораколапаротомия: сочетает доступ в брюшную полость и грудную клетку.
- Торакофренолапаротомия: сочетает доступ в брюшную полость, грудную клетку и диафрагму.[3]

Среди **продольных** наиболее распространенными являются медиальная, или срединная лапаротомия. Разрез выполняется вдоль белой линии живота. Такой доступ позволяет добраться до любого органа не повреждая и не пересекая мышцы, нервы и крупные сосуды.

Для проведения плановых операций на органах верхнего этажа применяют срединную лапаротомию. На органах нижнего этажа – нижнюю (относительно пупка).

Плюсом срединного доступа является то, что соединительная ткань белой линии живота легко срастается. Минусом в свою очередь является риск возникновения послеоперационных грыж в местах истончения и ослабления белой линии.

Трансректальную лапаротомию проводят посредством разрезания кожи и подкожной клетчатки передней брюшной стенки в продольном направлении на 2-3 см. правее и параллельно срединной линии от реберной дуги до уровня пупка. Разрез проводится в проекции внутреннего края прямой мышцы живота, в том же направлении рассекается передний листок ее влагалища. Прямая мышца отводится крючком кнаружи и рассекается задний листок влагалища совместно с париетальной брюшиной. [1]

Преимуществом таких доступов является предупреждение послеоперационных грыж.

Поперечные лапаротомные разрезы (по Пфанненштилю, по Джол-Кохену), в основном используются в гинекологии, посредством их обеспечивается удобный доступ к органам нижнего этажа брюшной полости и полости органов малого таза; подразумевают пересечение или раздвигание прямых мышц живота.

Косые лапаротомные разрезы (по Мак- Бурнею-Волковичу-Дьяконову, по Кохеру, по С.П.Федорову) применяются во время операций на печени, селезенке и желчном пузыре. Для проведения аппендэктомии разрез проводится параллельно паховой связке.

Основная тенденция сегодняшней хирургии – это снижение травматичности операции. Достигается это за счет уменьшения разреза, и мини-доступ является одним из методов минимизации травматичности.

Мини-доступ – это малотравматичный вид хирургического вмешательства, который представляет собой нечто среднее между

лапаротомией и лапароскопией. Основные характеристики мини-доступа включают:

1. **Размер разреза:** Разрез кожи обычно составляет 4-5 см и располагается параллельно правой реберной дуге на 1 см ниже угла реберной дуги.

2. **Техника**

выполнения:

- Разрез кожи осуществляют горизонтально.
- Затем в косопоперечном направлении рассекают передний листок влагалища прямой мышцы живота и апоневроз наружной мышцы живота (апоневроз наружной косой мышцы живота и апоневроз широчайшей мышцы спины).
- Прямую мышцу живота отводят медиально.
- Поперечную мышцу живота тупым способом разводят.
- Брюшину рассекают по ходу разреза и подшивают к краям раны для предотвращения послеоперационной грыжи.

3. **Преимущества:**

- Меньшая травматичность по сравнению с традиционной лапаротомией.
- Более быстрое восстановление после операции.
- Снижение риска послеоперационных осложнений.

4. **Применение:**

- Мини-доступ используется для выполнения различных хирургических вмешательств в брюшной полости, таких как холецистэктомия, аппендэктомия, герниопластика и другие операции, требующие доступа к органам брюшной полости. [2]

Такой метод доступа может применяться при:

- Холецистэктомии
- Аппендэктомии
- При патологиях желчных путей и др.

В выполненный разрез устанавливаются ранорасширители, путем натяжения создающие пространство для хирургических манипуляций и визуального контроля за ходом операции.

Лапароскопия самая молодая из представленных и самая перспективная методика выполнения операции.

Лапароскопия (от греческого *lapara* – пах, *skopeo* – смотрю) – метод хирургического вмешательства, при помощи которого хирург может «заглянуть» в брюшную полость через маленькие «проколы», с использованием специализированного инструментария.

Лапароскопические операции в последнее время теснее входят в практику хирургических отделений. Данным методом выполняются не только плановые, но и экстренные оперативные вмешательства. Спектр абдоминальных операций весьма широк. И практически все из них можно выполнить лапароскопически, за малым исключением.

Лапароскопическим методом могут быть выполнены операции для лечения следующих заболеваний:

- Хронический калькулезный холецистит.
- Полипоз желчного пузыря.
- Опухоли желудка и двенадцатиперстной кишки.
- Опухоли надпочечника.
- Опухоли кишечника.
- Грыжи (паховые, бедренные, послеоперационные).
- Опухоли печени и селезенки.
- Кисты яичников и других органов малого таза.
- Миомы матки и другие заболевания матки.
- Варикоцеле и другие заболевания мошонки.
- Дивертикулез кишечника.
- Спаечная болезнь брюшной полости.

Лапароскопические операции также могут быть использованы для диагностики и лечения других состояний, в зависимости от показаний и состояния пациента.

Лапароскопия использует видеосистемы 5-50 кратного увеличения, что существенно улучшает восприятие зоны операции, обеспечивает безопасность хирургического вмешательства, посредством контроля всех действия на мониторе. Так же снижается послеоперационный болевой синдром, который длится 1-2 после операции. Реабилитация больных протекает быстрее и легче переносится пациентом в отличие от «открытых» операций. Большим преимуществом лапароскопических операций следует отметить косметический эффект, при котором послеоперационные рубцы едва заметны. [4]

Исходя из вышеизложенного следует отметить, что выбор метода оперативного вмешательства зависит от многих факторов определяющих дальнейшую тактику и, в главную очередь, от хирургических навыков оператора.

Список литературы

1. Патент SU 1 660 686 A1 Способ трансректальной лапаротомии. Земсков В.С. 1991г. С.1
2. Патент RU2305501С Способ выполнения мини-доступа при холецистэктомии. Бондарев И.В. 2006г. С.6
3. Абдоминальная хирургия. Национальное руководство : краткое издание / под ред. И. И. Затевахиной, А. И. Кириенко, В. А. Кубышкиной. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. С.234-247
4. Очерки лапароскопической хирургии. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. С.15-22.

УДК [616.98:578.834.1-06:616.379-008.64]-036.1

Перминов Д.А., Горобченко А.С., Димидова А.М.
ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь, Россия

Абдоминальные осложнения после гинекологических вмешательств с разбором клинического случая

Аннотация. Исследователи осуществили детальное ретроспективное изучение научных публикаций по гинекологии и общей хирургии, где выявлены ключевые механизмы возникновения различных послеоперационных осложнений в контексте гинекологических операций. Особое внимание уделено синергичному взаимодействию между этими двумя областями медицины – общая хирургия и оперативная гинекология рассматриваются неразрывно связанными сферами. В рамках подробного анализа клинического примера авторы демонстрируют типичные ошибки в ведении пациенток, столкнувшихся с осложнениями после хирургических вмешательств, акцентируя на необходимости междисциплинарного сотрудничества врачей для оптимального решения подобных проблем.

Ключевые слова: гинекология, хирургия, абдоминальные осложнения, оперативное вмешательство, клинический случай

Perminov D. A., Gorobchenko A. S., Dimidova A. M.

Abdominal complications after gynecological interventions with clinical case analysis

Abstract. The researchers carried out a detailed retrospective study of scientific publications on gynecology and general surgery, where the key mechanisms of the occurrence of various postoperative complications in the context of gynecological operations were identified. Special attention is paid to the synergistic interaction between these two fields of medicine – general surgery and operative gynecology are considered inextricably linked spheres. As part of a detailed analysis of the clinical example, the authors demonstrate typical errors in the management of patients who faced complications after surgical interventions, emphasizing the need for interdisciplinary collaboration of doctors to optimally solve such problems.

Keywords: gynecology, surgery, abdominal complications, surgical intervention, clinical case

Введение

Основной задачей здравоохранения Российской Федерации является сохранение здоровья женщин в связи с активной демографической политикой государства [1].

Согласно статистике, ежегодно увеличивается число женщин, нуждающихся в хирургической гинекологической помощи. Это приводит к тому, что все больше женщин сталкиваются с риском послеоперационных

осложнений. В связи с этим важной задачей на сегодняшний день является проведение корректного и малоинвазивного хирургического лечения, а также снижение вероятности послеоперационных осложнений.

Наиболее распространенными осложнениями в хирургической гинекологии являются:

1. Осложнения, обусловленные операционной методикой:
 - Повреждения внутренних органов (кишечника и других)
 - Травмы мочеполовой системы
 - Нервные повреждения
 - Нарушения кровоснабжения из-за сосудистых травм
 - Внутренние обильные кровотечения
2. Осложнения, связанные с применением анестезии:
 - Тромбоэмболические осложнения (включая углекислотную эмболию)
 - Сердечно-сосудистые и легочные осложнения
 - Осложнения из-за наличия пневмоперитонеума, а также при использовании положения Тренделенбурга [2].

По времени возникновения осложнения делятся на: -
Интраоперационные (происходящие во время операции);
Послеоперационные:

- Ранние: возникающие в первые 3—5 дней
- Поздние: проявляются на протяжении второй-третьей недели после вмешательства
- Отдаленные: развиваются в период реабилитации, обычно от трёх недель до двух-трёх месяцев [3].

К основным факторам, препятствующим снижению уровня послеоперационных осложнений, можно отнести: увеличение возраста пациентов, подвергающихся операции, повышение сложности хирургических вмешательств, наличие спаек в брюшной полости, использование препаратов с иммуносупрессивным действием, развитие антибиотикорезистентной микрофлоры и возрастание значения анаэробной микрофлоры.

В последние десятилетия эндоскопическая хирургия развивается стремительно. Лапараскопическим методом в гинекологии начали выполнять такие операции, как удаление доброкачественных новообразований, операции по поводу внематочной беременности и другие. Тем не менее, абдоминальным осложнениям, возникающим после эндоскопических операций, уделено недостаточно внимания [4].

Наиболее частым осложнением при гинекологических операциях является повреждение кишечника. Данное состояние может возникнуть в ходе проведения лапароскопической цистэктомии, лапароскопической экстирпации матки, при различных видах открытых операций, применяемых в гинекологии. Привести к данному осложнению может

обширный спаечный процесс, сопутствующая патология, сложные длительные эндоскопические вмешательства [5].

Симптомы перфорации кишечного тракта могут включать выделение газов из брюшной полости, что легко обнаружить у пациентов с установленным дренажом, который начнет наполняться газом. При этом осложнении также можно наблюдать выделение кишечного содержимого через контрольный дренаж. Пациенты с аналогичными симптомами могут жаловаться на боль при давлении в области подвздошной полости и ощущение напряжения мышц брюшной стенки. В лабораторных тестах можно заметить признаки воспаления: повышение СОЭ, лейкоцитоз, повышение прокальцитонина и С-реактивного белка. При обнаружении данных опорных признаков необходимо проведение инструментальных методов диагностики таких, как КТ органов брюшной полости и УЗИ, и незамедлительная консультация хирурга [6].

Ранение магистральных сосудов брюшной полости является одним из самых опасных осложнений, так как сопровождается массивной кровопотерей, что представляет угрозу для жизни пациентки [7]. К возникновению данного осложнения может привести любое вмешательство, вплоть до диагностического выскабливания. При обнаружении внутрибрюшного кровотечения или нарастающей ретроперитонеальной гематомы немедленно вызывают бригаду хирургов, в том числе, сосудистых и производят ушивание дефекта

Цель исследования

Осуществить детальное ретроспективное изучение научных публикаций по гинекологии и общей хирургии, для выявления ключевых механизмов возникновения различных послеоперационных осложнений в контексте гинекологических операций. Особое внимание уделено синергичному взаимодействию между этими двумя областями медицины – общая хирургия и оперативная гинекология рассматриваются неразрывно связанными сферами

Материалы и методы

Проведено ретроспективное изучение научной и методической литературы по данной теме, также изучены истории болезни пациенток от 18 до 75 лет в отделении общей хирургии Пермской краевой клинической больницы. В ходе изучения была выбрана пациентка наиболее подходящая под тематику научной работы.

Результаты исследования

Для обобщения и структурирования представленной информации, предоставляем пример абдоминального осложнения в виде клинического случая.

Больная И, 42 года, поступила в гинекологическое отделение одной из Пермских больниц в плановом порядке для проведения лапароскопической аднексэктомии.

Из анамнеза : холицистэктомия (4 года назад) – была проведена лапаротомия, а также 3 аборта путем выскабливания полости матки.

Во время настоящей госпитализации пациентке проведена экстирпация матки с придатками путем лапаротомии по причине обширного спаечного процесса в малом тазу и недостаточной визуализации для проведения оперативного вмешательства.

У пациентки после операции появились жалобы на сильные боли внизу живота, выраженную слабость. По дренажу выходил свободный газ, происходило наполнение воздухом дренажа-перчатки. Была осмотрена хирургом. Объективно: состояние тяжелое, кожные покровы бледные. Живот напряжен во всех отделах, определяется положительный симптом Щеткина-Блюмберга. Было принято решение о проведении срочного оперативного вмешательства - нижнесрединной лапаротомии. Во время ревизии брюшной полости обнаружена перфорация тонкой кишки. Выполнено наложение петлевой стомы с хоботком приводящей петли длиной около 3 см и дренирование брюшной полости. После операции пациентка переведена в отделение интенсивной терапии. После стабилизации состояния больная была переведена в хирургическое отделение. При осмотре дежурным врачом : общее состояние удовлетворительное. Тоны сердца ритмичные, приглушены. Дыхание везикулярное, хрипов нет. ЧСС -80 уд.в 1 мин. АД 100/70 мм.рт.ст. Живот правильной формы, напряжен и умеренно болезнен в нижних отделах живота. Симптомов раздражения брюшины нет. Мочеиспускание по катетеру, цвет - светлый. Повязка чистая.

Общий анализ крови: НВ-94 г/л., Лейкоциты-12,1 x10⁹/л., Эритро.-3.07x10¹²/л., СОЭ- 51 мм/ч.; Общий анализ мочи: желт., сл.мутн., белок-0,028, лейкоц.-8-9 в п/з., эритро.-2 в п/з.; Биохимические показатели крови: общ. белок -60 г/л, мочевины -4,7 ммоль/л, креатинин - 0.02 ммоль/л., глюкоза-3,6 ммоль/л, АлТ-0.63 мккат/л, АсТ-0.41 мккат/л, бил.общий – 12.6 мкмоль/л, прямой-3.7 мкмоль/л, холестерин – 5.7 ммоль/л.

В течение первых 2 суток продолжалась интенсивная терапия, направленная на коррекцию кислотно-щелочного, электролитного и белкового дисбаланса с дополнительным применением антибактериальных препаратов.

После совместного осмотра с заведующим была рекомендована симптоматическая терапия, определение чувствительности и продолжение антибиотикотерапии, также продолжение наблюдения за пациенткой, ведение экспресс карты, контроль состояния стомы, УЗИ органов брюшной полости и малого таза на 5 сутки.

К 7 суткам – пациентка в удовлетворительном состоянии, была переведена на пероральные препараты. Получены рекомендации по уходу за стомой и перевод в амбулаторное звено для наблюдения.

Заключение

Бесспорно, оперативная гинекология сделала огромный шаг вперед с приходом в хирургию малоинвазивных методов лечения, способных минимизировать риски как для пациенток, так и для врачей. Однако, не стоит забывать, что с расширением способов оперативных вмешательств растут и риски развития осложнений. Врачам хирургических специальностей стоит помнить, что все виды гинекологических вмешательств, даже самые малоинвазивные, способны приводить к развитию различного рода осложнений, самыми частыми из которых являются абдоминальные, требующих участия специалистов смежных профилей.

Список литературы

1. Кириленко В. П., Воскресенский С. Л., Куликов А. А. Отдаленные результаты проведенной консервативной миомэктомии в восстановлении репродуктивной функции у молодых женщин // Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. – 2016. – Т. 6, № 2(44). – С. 170-177.
2. Баходирхожиева, Г. О. Осложнения эндоскопической гинекологии // Устойчивое развитие науки и образования. – 2023. – № 2(77). – С. 60-67.
3. Munro MG, Christianson LA. Complications of hysteroscopic and uterine resectoscopic surgery. Clin Obstet Gynecol. 2015;58:4:765-797. doi: 10.1097/GRF.000000000000146. PMID: 26457853.
4. Поройский С.В., Поройская А.В., Булычева О.С. Морфометрическая характеристика париетальной и висцеральной брюшины в динамике после нанесения операционной травмы различного объема // Вестник ВолгГМУ. 2014. 51 (3): С. 102-107.
5. Медведев М.В. Спаечный процесс в гинекологии // Здоровье женщины. 2015. 99 (3): С. 42-46.
6. Borofsky S, Taffel M, Khatri N, Zeman R, Hill M (2015) The emergency room diagnosis of gastrointestinal tract perforation: the role of CT. Emerg Radiol 22(3):315–327
7. Чурилов А. В., Кушнир С. В., Черняева Ю. В. Улучшение результатов лечения гнойно-септических осложнений в оперативной гинекологии при применении сварочного комплекса // Таврический медико-биологический вестник. 2014. Т. 17, № 4. С. 116-118.

Информация об авторах:

Перминов Дмитрий Александрович, к.м.н., ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом анестезиологии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь, Россия

Горобченко Александра Станиславовна – студент ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь, Россия

Димидова Алина Манолисовна – студент ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь, Россия

Perminov Dmitry Aleksandrovich, PhD, assistant of the Department of Hospital Surgery with the course of anesthesiology of the Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner of the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm

Gorobchenko Aleksandra Stanislavovna – student of the Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner of the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm

Dimidova Alina Manolisovna – student of the Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner of the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm e-mail:

УДК: 616.34-54.13

DOI: 10.24412/2367-8658-2025-2-1

Хаертдинов Н. Р., Семёнов Р. Д., Губанова Г. Ф.
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары,
Россия

Современные подходы к диагностике функциональных гастроинтестинальных расстройств

Аннотация. Научная статья посвящена современным методам диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств в соответствии с актуальными рекомендациями. Ошибочная диагностика является причиной частых посещений врача, лишних, в достаточной мере беспочвенных дорогостоящих обследований и как в результате неэффективного лечения. В публикации представлена отдельная диагностика как для пациентов с функциональной диспепсией, так и с синдромом раздраженного кишечника. Предложены основания для привлечения специалистов и заключение.

Ключевые слова: функциональные гастроинтестинальные расстройства, методы диагностики, функциональная диспепсия, синдром раздраженного кишечника, практические рекомендации.

Khaertdinov N. R., Semenov R. D., Gubanov G. F.

Modern approaches to the diagnosis of functional gastrointestinal disorders

Abstract. The scientific article discusses modern methods for the diagnosis of functional gastrointestinal disorders in accordance with current recommendations. Conclusions and practical recommendations are proposed.

Keywords: functional gastrointestinal disorders, diagnostic methods, functional dyspepsia, irritable bowel syndrome, practical recommendations.

Введение

Функциональные гастроинтестинальные расстройства (ФГИР) характеризуются часто встречающимся заболеванием органов пищеварения, основами которых являются сочетанные морфологические и физиологические отклонения, которые связаны с висцеральной гиперчувствительностью, нарушениями моторики ЖКТ, иммунной функции, защитного слизистого барьера, а также состава кишечного микробиома, в том числе нарушениями со стороны центральной нервной системы [2-4]. Для оптимального подхода требуется внедрение современной, всесторонней диагностики для данной группы заболеваний с целью повышения эффективности лечения и снижения негативных последствий на жизнь больных.

Цель и задачи исследования

Цель: Изучить и определить современную методику диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств на основе актуальных научных данных и клинических рекомендаций.

Задачи:

- 1) Провести глубокий анализ литературных источников, включая статьи, публикации и онлайн-ресурсы;
- 2) Произвести систематизацию собранного материала для выявления ключевых аспектов диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств

Материалы и методы исследования.

1. Изучение статей, публикаций и клинических протоколов по современной диагностике гастроинтестинальных нарушений.
2. Выявление основных методов определения функциональных гастроинтестинальных расстройств на основе классификации

Результаты исследования.

На основе анализа статей, публикаций и клинических рекомендаций были определены следующие методы диагностики:

Жалобы, физикальное обследование, оценка психологических нарушений и социального стресса, лабораторные исследования, инструментальные исследования.

Жалобы

Сбор жалоб включает в себя:

- 1) Болевые ощущения в эпигастральной области;
- 2) Чувство переполнения после еды;
- 3) Жжение и раннее насыщение.

Отдельное внимание стоит уделить жалобам, которые предъявляют пациенты с СРК [1]. Применение Римских IV критериев для СРК (рис.1), требующих наличия рецидивирующей абдоминальной боли (более 1 дня в неделю) с ассоциированными нарушениями моторики кишечника, вздутием живота и продолжительностью симптомов не менее 6 месяцев.

А. РАССТРОЙСТВА ПИЩЕВОДА	
A1. Функциональная загрудинная боль пищевого происхождения. A2. Функциональная изжога	A3. Гиперчувствительность к рефлюксу. A4. Ком в пищеводе. A5. Функциональная дисфагия
В. ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНЫЕ РАССТРОЙСТВА	
B1. Функциональная диспепсия: B1a. Постпрандиальный дистресс-синдром; B1b. Синдром эпигастральной боли. B2. Расстройства отрыжки: B2a. Чрезмерная наджелудочная отрыжка; B2b. Чрезмерная желудочная отрыжка	B3. Расстройства, сопровождающиеся тошнотой и рвотой: B3a. Синдром хронической тошноты и рвоты; B3b. Синдром циклической рвоты; B3c. Синдром каннабиноидного гиперемезиса. B4. Синдром руминации
С. РАССТРОЙСТВА КИШЕЧНИКА	
C1. Синдром раздраженного кишечника (СРК): СРК с преобладанием запоров (СРК-З); СРК с преобладанием диареи (СРК-Д); СРК смешанного типа (СРК-См); Неклассифицируемый СРК (СРК-Н). C2. Функциональный запор	C3. Функциональная диарея. C4. Функциональное абдоминальное вздутие/растяжение. C5. Неспецифическое функциональное кишечное расстройство. C6. Опиоид-индуцированный запор
D. ЦЕНТРАЛЬНО-ОПОСРЕДОВАННЫЕ НАРУШЕНИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОЙ БОЛИ	
D1. Центально-опосредованный синдром абдоминальной боли	D2. Синдром наркотического кишечника
Е. РАССТРОЙСТВА ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И СФИНКТЕРА ОДДИ	
E1. Билиарная боль: E1a. Функциональные расстройства желчного пузыря; E1b. Функциональное билиарное расстройство сфинктера Одди	E2. Функциональное панкреатическое расстройство
F. АНОРЕКТАЛЬНЫЕ РАССТРОЙСТВА	
F1. Недержание кала. F2. Функциональная аноректальная боль: F2a. Синдром m.Levator ani; F2b. Неспецифическая функциональная аноректальная боль; F2c. Прокталгия Fugax	F3. Функциональные расстройства дефекации: F3a. Неадекватная пропульсия при дефекации; F3b. Диссинергическая дефекация

Рисунок 1. Функциональные желудочно-кишечные расстройства согласно Римским критериям IV

Физикальное обследование включает обследование пациентов с функциональной диспепсией и синдромом раздраженного кишечника.

Для пациентов с функциональной диспепсией: пальпация болезненных зон (эпигастрий, область пупка, пилорoduоденальная зона), наличие синдрома вегетативной дисфункции и отсутствие признаков тревожного расстройства.

У пациентов с синдромом раздраженного кишечника отмечают: Исследование брюшной полости: осмотр, пальпация, аускультация; общий осмотр с включением ректальных исследований

.Оценка социального стресса и психологических нарушений

Этот метод диагностики также подразделяется на психологическую оценку пациентов с функциональной диспепсией и синдромом раздраженного кишечника.

1. Пациенты с ФД. Опираясь на патогенез, большая значимость отводится на тревожность и стресс. Эти факторы могут составлять как причину возникновения патологии, так и коморбидного состояния.

Большинство пациентов в условиях ухудшения настроения, повышения тревожности заявляют об ухудшении симптомов.

Факторами риска такого рода состояний являются: женский пол, молодой возраст, семейный анамнез нарушений пищевого поведения, снижение веса, избыточная физическая активность, страх набора веса более определенных цифр, предшествующее использование различных диет, высокий уровень стресса и психоэмоционального напряжения [5].

Для диагностики психологических нарушений рекомендована шкала тяжести функциональных расстройств (рис.2)

2. Пациенты с СРК. Коморбидные психиатрические состояния.

Коморбидные психиатрические состояния, к которым относят: посттравматическое стрессовое расстройство, генерализованное тревожное расстройство, депрессивный эпизод и т.д.

Критерий	Индекс	x	Фактор	=	Всего
1. Отметьте по вертикальной шкале количество болевых приступов, которые Вы сегодня отмечали нет (0) _____ (100) постоянно			1		
2. Диагноз хронической абдоминальной функциональной боли: 1 –Да, 2- Нет			106		
3. Как часто за последние 6 месяцев Вы посетили Вашего врача в связи с абдоминальными жалобами _____ (количество визитов)			11		
Суммировать все баллы					

Рисунок 2. Тяжесть СРК на основании Шкалы тяжести функциональных расстройств кишечника (The Functional Bowel Disorder Severity Index (FBDSI))

Лабораторные исследования

Базовые лабораторные исследования у пациентов с ФД:

-ОАК;

-С- реактивный белок;

-Ферритин;

-АЛТ, АСТ, ГГТП, липаза/амилаза, билирубин;

-Диагностика целиакии:

-Иммунологические тесты на антитела (IgA или IgG) к тканевой трансглутаминазе.

Обнаружение *H. pylori* инфекции:

- Приоритетно – дыхательный уреазный тест для пациентов без недавнего приёма антибиотиков/ИПП и гастрэктомии [6].

Дополнительные исследования у пациентов с функциональной диспепсией:

1. Гастропанель (оценка функционального и анатомического состояния слизистой желудка).

2. Основные лабораторные исследования у пациентов с СРК:

- ОАК;
- С-реактивный белок;
- Иммунологические тесты на целиакию.

При подозрении на воспалительные заболевания кишечника

—фекальный кальпротектин.

Дополнительные лабораторные исследования:

- Исследование гормонов щитовидной железы;
- Биохимический анализ крови: определение альбумина, электролитов (Na⁺, K⁺ и др.);
- Исследование кала для выявления скрытой крови;
- Водородный дыхательный тест с глюкозой или лактулозой;
- Определение *Cl.difficile* (ПЦР, иммунохроматографический анализ кала, и др.);
- Определение панкреатической эластазы.

Инструментальные исследования

Основные методы инструментальной диагностики при ФД

1. Фиброгастродуоденоскопия (ФГДС):
 - Исключение органических поражений желудка и ДПК;
 - Оценка состояния пищевода, выявление рефлюкса;
2. Ультразвуковое исследование (УЗИ):
 - Печени; желчного пузыря; поджелудочной железы.

Дополнительные методы инструментальной диагностики при ФД:

- Однофотонная эмиссионная томография (ОФЭКТ) для оценки фундальной аккомодации;
- Сцинтиграфия;
- Дыхательные тесты;
- 24-часовая пищеводная рН-метрия/импедансометрия.

Основные методы инструментальной диагностики при СРК

1. Ультразвуковое исследование (УЗИ):
 - Обследование органов брюшной полости.
2. Илеоколоноскопия:
 - Визуализация состояния толстой и терминального отдела тонкой кишки.

Подробный алгоритм диагностики СРК представлен на схеме (рис.3)

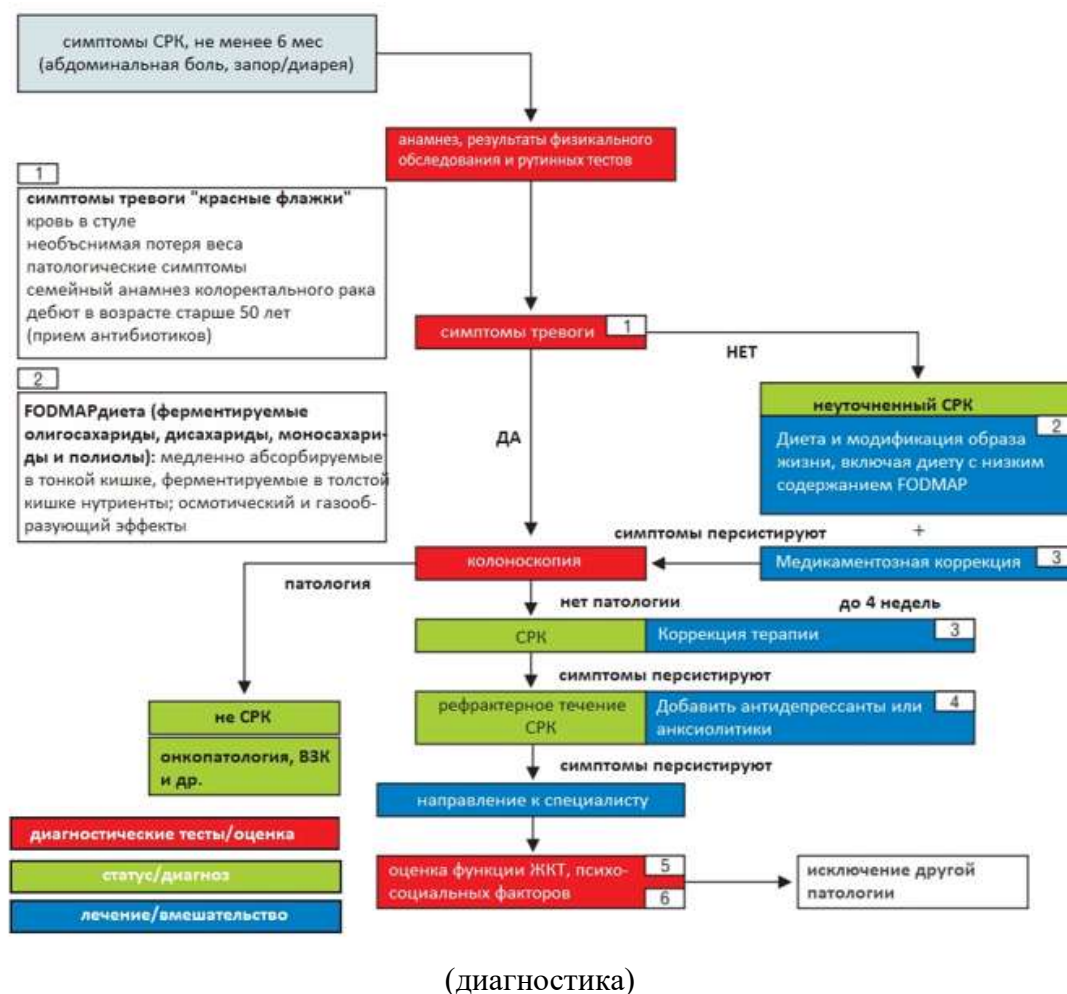


Рисунок 3. Алгоритм ведения СРК

Основания для привлечения специалистов:

1. Невролог: Оценка состояния центральной и периферической нервной системы;
2. Психолог/Психиатр: Анализ психологического фона с целью выявления возможного влияния эмоциональных факторов на патогенез заболевания;
3. Оториноларинголог: Изучение состояния ЛОР органов, включая поиск хронических инфекционных очагов;
4. Эндокринолог: Проведение диагностики для исключения эндокринных нарушений;
5. Стоматолог: Осмотр ротовой полости на предмет наличия хронического воспаления и инфекций.

Заключение

Анализ современного состояния диагностики функциональных гастроинтестинальных расстройств показывает, что для точной постановки

диагноза необходимо применение мультидисциплинарного подхода. Это включает:

1. Сбор жалоб: Подробное изучение анамнеза жизни, и анамнеза болезни.
2. Физикальное обследование: Полный осмотр, позволяющий выявить физические аномалии.
3. Психологическая оценка: Анализ эмоционального состояния и стрессовых факторов.
4. Лабораторные исследования: Широкий спектр анализов для определения биохимических нарушений.
5. Инструментальная диагностика: Современные методы визуализации (УЗИ, МРТ, ЭГДС и т.д.) для оценки состояния внутренних органов.

Список литературы

1. Д. А. Кайбуллаева, А. В. Нерсесов, А. Е. Джумабаева, М. А. Назарова, Н. И. Распопова, Л. Г. Макалкина, Э. А. Тагиев Элчин Функциональные гастроинтестинальные расстройства / [Электронный ресурс] // medelement : [сайт]. — URL: <https://diseases2.medelement.com/disease/%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B3%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-2018/16152?ysclid=m5mvr5ea776662678> (дата обращения: 04.02.2025).
2. Трухан Д.И. Функциональная диспепсия: актуальные аспекты диагностики и лечения [Электронный ресурс] // Русский медицинский журнал : [сайт]. — URL: https://www.rmj.ru/articles/gastroenterologiya/Funkcionalnaya_dispepsiya_aktualnye_aspekty_diagnostiki_ilecheniya/ (дата обращения: 04.02.2025).
3. Д. И. Трухан, И. А. Гришечкина, Н. А. Быховцев Тримебутин в лечении синдрома раздраженного кишечника и других функциональных гастроинтестинальных расстройств [Электронный ресурс] // Медицинский Совет : [сайт]. — URL: <https://www.med-sovet.pro/jour/article/view/1632> (дата обращения: 04.02.2025).
4. Д.И. Трухан функциональные гастроинтестинальные расстройства: выбор прокинетики с позиций коморбидности, клинической эффективности и лекарственной безопасности [Электронный ресурс] // rumedo : [сайт]. — URL: <https://rumedo.ru/uploads/sites/4/2018/04/funktsionalnye-gastrointestinalnye-rasstroystva-vybor-prokinetika-s-pozitsiy-komorbidnosti-klinicheskoy-effektivnosti-i.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).
5. С. С. Вялов Функциональная диспепсия: как избежать ошибок? / С. С. Вялов [Электронный ресурс] // Medtronic & Covidien / Given Imaging : [сайт]. — URL: <https://gi-capsule.by/publications/funkcionalnaya-dispepsiya-kak-izbezhat-oshibok> (дата обращения: 04.02.2025).
6. О.Н. Минушкина, Е.А. Белоусовой, Н.Б. Корчажиной, М.Ф. Осипенко, О.В. Головенко Функциональные гастроинтестинальные расстройства и инфекция,

вызванная *Helicobacter pylori*: обсуждение положений Маастрихта-V и Римских критериев – IV [Электронный ресурс] // umedp : [сайт]. — URL: https://umedp.ru/articles/funktsionalnye_gastrointestinalnye_rasstroystva_i_infektsiya_vyzvannaya_helicobacter_pylori_obsuzhde.html?ysclid=m5skmpvjll345865970 (дата обращения: 04.02.2025).

Информация об авторах:

Хаертдинов Нурсултан Радикович - студент, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

Семёнов Родион Дмитриевич - студент, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

Губанова Галина Фёдоровна - кандидат филологических наук, доцент кафедры управления и экономики здравоохранения, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

Khaertdinov Nursultan Radikovich

Student, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia,

Semenov Rodion Dmitrievich

Student, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia

Gubanova Galina Fedorovna

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department of Health Management and Economics, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia

Чукарина И. Н., Замиралова О. В.

ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет», Луганск, Россия

Методы и приемы преодоления ПТСР у студентов

Аннотация. В современном мире студенты сталкиваются с различными стрессовыми ситуациями, которые могут привести к развитию посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Данное исследование направлено на изучение эффективных методов и приемов преодоления ПТСР среди студентов высших учебных заведений. Анализируются психологические, медицинские и педагогические подходы, а также роль социальной поддержки в восстановлении психического здоровья. В работе приведены результаты эмпирического исследования, подтверждающие эффективность различных методов реабилитации.

Ключевые слова: ПТСР, студенты, психологическая помощь, реабилитация, когнитивно-поведенческая терапия, стресс, адаптация.

Chukarina I. N., Zamiralova O. V.

Methods and techniques of overcoming PTSD in students

Abstract. In today's world, students face various stressful situations that can lead to the development of post-traumatic stress disorder (PTSD). This study is aimed at studying effective methods and techniques for overcoming PTSD among university students. Psychological, medical, and pedagogical approaches are analyzed, as well as the role of social support in restoring mental health. The paper presents the results of an empirical study confirming the effectiveness of various rehabilitation methods.

Keywords: PTSD, students, psychological help, rehabilitation, cognitive behavioral therapy, stress, adaptation.

Введение. Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) — одно из наиболее серьезных психологических состояний, возникающих в результате пережитых человеком травмирующих событий. В современном мире студенты сталкиваются с множеством факторов стресса, начиная с высокой учебной нагрузки и заканчивая личными переживаниями, связанными с потерей близких, насилием, серьезными заболеваниями или финансовыми трудностями. Всё это может привести к формированию устойчивых эмоциональных нарушений, ухудшению психического здоровья и, в конечном итоге, снижению качества жизни [9].

Проблема ПТСР у студентов особенно актуальна, поскольку именно в студенческом возрасте происходит становление личности, формирование мировоззрения и профессиональной идентичности. В этот период человек активно взаимодействует с окружающей средой, осваивает новые роли и сталкивается с серьезными вызовами. Если у студента развиваются симптомы ПТСР, это может негативно сказаться на его учебной

деятельности, социальной адаптации, а также на его будущем профессиональном становлении. Длительное отсутствие коррекции данного состояния может привести к развитию хронических психоэмоциональных расстройств, социальной изоляции и снижению работоспособности [4].

Несмотря на значимость проблемы, в научной литературе вопрос преодоления ПТСР у студентов остаётся недостаточно изученным. Существующие методики терапии в основном направлены на работу с военнослужащими, пережившими боевые действия, или с жертвами техногенных катастроф, в то время как особенности ПТСР у студентов имеют свои специфические черты и требуют отдельного комплексного подхода. В связи с этим возникает необходимость в изучении наиболее эффективных методов и приёмов, способствующих восстановлению психоэмоционального состояния студентов, а также в разработке рекомендаций по их применению в образовательных учреждениях [1].

Цель исследования — изучить и систематизировать существующие методы и приёмы, направленные на преодоление ПТСР у студентов, а также оценить их эффективность.

Материалы и методы исследования. Методы исследования включают анализ научной литературы, анкетирование, интервьюирование, психологическое тестирование, а также экспериментальные методы, направленные на оценку эффективности различных подходов к коррекции ПТСР.

Результаты и обсуждения.

В ходе исследования было проведено анкетирование студентов различных высших учебных заведений с целью выявления распространенности симптомов ПТСР, их причин, а также эффективности различных методов реабилитации. В выборку вошли 200 студентов в возрасте от 18 до 25 лет, обучающихся на разных факультетах. Опрос включал вопросы, направленные на оценку уровня тревожности, частоты возникновения флэшбеков, нарушений сна и других симптомов, характерных для ПТСР. Также анализировались методы, которые студенты использовали для преодоления стресса, и их субъективная оценка [4].

Согласно результатам анкетирования, 38% опрошенных студентов периодически испытывают симптомы, характерные для ПТСР, 12% отметили их регулярное проявление, а у 5% респондентов были выявлены выраженные признаки тяжелой формы ПТСР. Остальные 45% студентов не отметили у себя наличие подобных симптомов.

Таблица 1 – Результаты анкетирования

Категория респондентов	Процент (%)
Не испытывают сим	45%
Испытываю	38%
Регулярно испытывают симптомы ПТСР	12%
Имеют выраженные симптомы тяжелой формы ПТСР	5%

Анализируя причины возникновения ПТСР у студентов, можно выделить несколько ключевых факторов [5]:

– Высокая учебная нагрузка — 40% респондентов отметили, что постоянный стресс, связанный с учебой, является основной причиной их эмоционального истощения.

– Потеря близких или разрыв значимых отношений — 23% указали этот фактор как основной.

– Финансовые трудности — 15% студентов испытывают хронический стресс из-за нехватки денежных средств.

– Физическое или психологическое насилие — 12% респондентов пережили насилие, которое привело к развитию у них симптомов ПТСР.

– Другие факторы (болезнь, переезд, проблемы с социальной адаптацией) — 10%.

Таблица 2 - Основные причины возникновения ПТСР у студентов

Причина возникновения ПТСР	Процент (%)
Высокая учебная нагрузка	40%
Потеря близких, разрыв отношений	23%
Финансовые трудности	15%
Пережитое насилие	12%
Другие факторы	10%

Чтобы оценить эффективность методов борьбы с ПТСР, студентам предлагалось выбрать из предложенного списка те способы, которые они использовали, и отметить, насколько они им помогли. Варианты ответов включали: «очень эффективно», «умеренно эффективно», «неэффективно» [10].

Таблица 3 – Оценка эффективности

Метод преодоления ПТСР	Очень эффективно (%)	Умеренно эффективно (%)	Неэффективно (%)
Когнитивно-поведенческая терапия (КПТ)	55%	30%	15%
Физическая активность (спорт, йога)	50%	35%	15%
Медитация, дыхательные техники	45%	40%	15%
Общение с психологом	42%	38%	20%
Прием медикаментов	40%	30%	30%
Социальная поддержка (друзья, семья)	38%	45%	17%

На диаграмме (рисунок 1) ниже представлена эффективность различных методов преодоления ПТСР среди студентов.

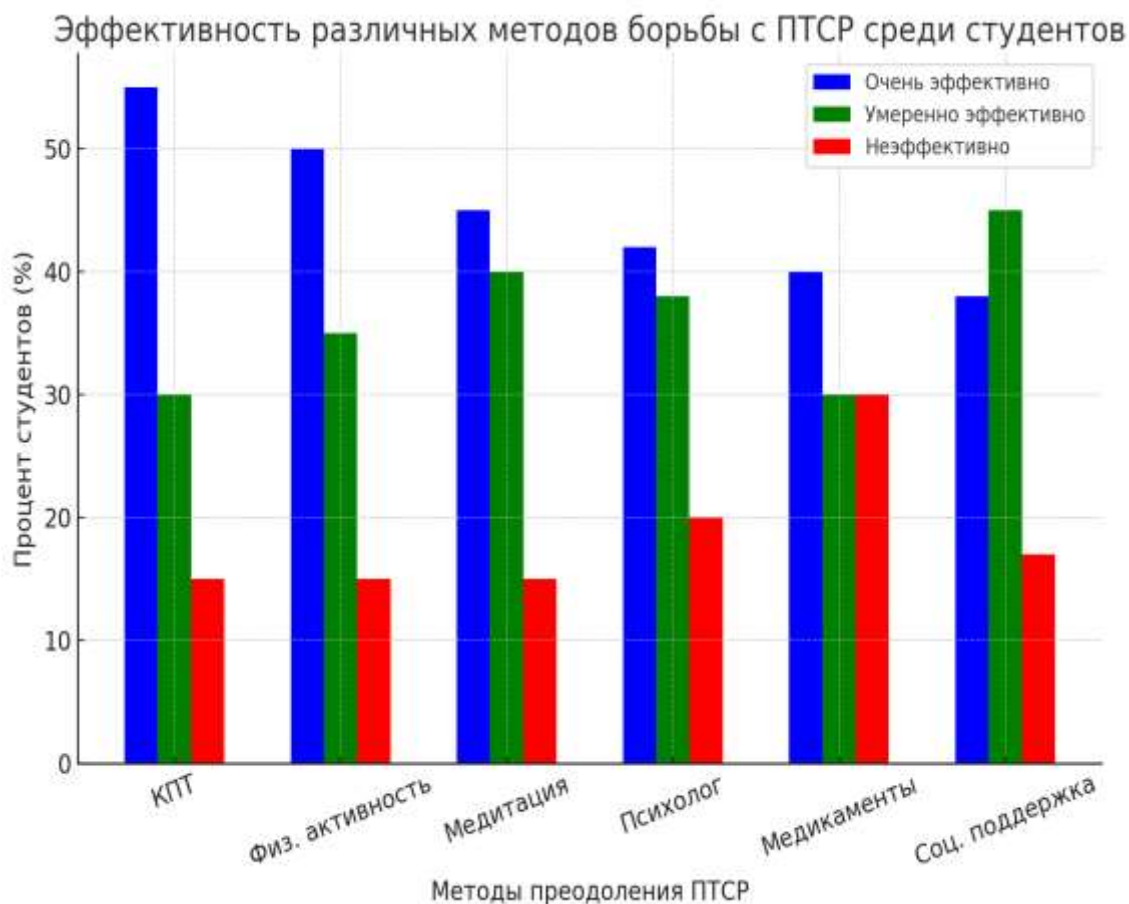


Рисунок 1 – Эффективность методов борьбы с ПТСР

На диаграмме видно, что наиболее эффективными методами преодоления ПТСР среди студентов являются когнитивно-поведенческая терапия (КПТ), физическая активность и медитация, так как более 80% студентов отметили их положительное влияние. В то же время медикаментозная терапия показала более низкую эффективность, так как 30% респондентов указали, что не почувствовали значительного улучшения [7].

Анализ полученных данных показал, что ПТСР — серьёзная проблема среди студентов, и её распространённость не стоит недооценивать. Основными факторами, способствующими его развитию, являются высокая учебная нагрузка, стрессовые жизненные события и финансовые трудности. Однако существуют действенные методы коррекции этого состояния, среди которых наиболее эффективными оказались когнитивно-поведенческая терапия, физическая активность и дыхательные практики [9].

Важно отметить, что каждый студент воспринимает стресс по-своему, поэтому сочетание различных методов является наиболее успешным подходом к преодолению ПТСР. Например, сочетание когнитивно-поведенческой терапии с регулярной физической активностью позволяет не только снизить уровень тревожности, но и повысить стрессоустойчивость в долгосрочной перспективе [6].

Кроме того, результаты исследования показали, что социальная поддержка играет важную роль в процессе восстановления. Друзья, семья и группы поддержки могут оказывать значительное влияние на эмоциональное состояние студентов, создавая для них безопасную среду и уменьшая чувство одиночества.

Выводы. В ходе исследования были рассмотрены различные методы преодоления ПТСР, которые используют студенты. Особое внимание было уделено эффективности подходов, направленных на психологическую помощь, физическую активность, медитацию, дыхательные практики, медикаментозную терапию и поддержку со стороны окружающих. Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее действенными стратегиями в борьбе с ПТСР являются когнитивно-поведенческая терапия, регулярные физические нагрузки, а также методы саморегуляции, включая медитацию и дыхательные упражнения. Эти методики способствуют снижению уровня тревожности, помогают стабилизировать эмоциональное состояние и обеспечивают устойчивость к стрессу в будущем [5].

Не менее важным оказался фактор социальной поддержки, поскольку наличие крепких межличностных связей и участие в группах поддержки способствуют более лёгкому и быстрому восстановлению. Студенты, имеющие возможность открыто делиться своими переживаниями с друзьями, семьёй или специалистами, демонстрируют более высокую способность адаптироваться и преодолевать последствия стрессовых ситуаций. Таким образом, создание благоприятной социальной среды в учебных заведениях может играть ключевую роль в борьбе с этой проблемой.

Исследование также подтвердило важность комплексного подхода к лечению и профилактике ПТСР у студентов. Использование только одного метода не всегда даёт желаемый результат, в то время как комбинация различных стратегий позволяет добиться более устойчивого эффекта. Важно учитывать индивидуальные особенности каждого человека и разрабатывать персонализированные программы психологической помощи, учитывающие его потребности и уровень восприимчивости к различным методам.

Список литературы

1. Богачев А. М., Высоцкая Ю. А., Винтонян Т. Г. Психологические особенности проявления посттравматического стрессового расстройства у мирного населения региона,

подвергшегося локальным военным действиям (на примере г. Мариуполь) //Клиническая и специальная психология. – 2024. – Т. 13. – №. 3. – С. 216-232.

2. Богачев А. М., Ермакова Н. Г. Фактор распространённости посттравматических стрессовых расстройств среди студентов г. Мариуполя //Психология и психотехника. – 2024. – №. 2. – С. 1-12.

3. Ванесян А. С., Идрисов К. Л. Эффективность и конкурентоспособность метода амэрсо для устранения последствий посттравматического стрессового расстройства //Инновационная наука. – 2023. – №. 4-1. – С. 77-84.

4. Гордеев Д. В. и др. Посттравматическое стрессовое расстройство–выявление и влияние на процесс обучения у подростков в возрасте 18-22 лет //Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, 17-18 апреля 2024 г. Т. 1. – ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 2024.

5. Зельдина А. В. Взаимосвязь типа привязанности и признаков посттравматического стресса у студентов. – 2023. – 458 с.

6. Кадыров Р. Психология экстремальных ситуаций и состояний. Посттравматическое стрессовое расстройство 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО. – Litres, 2024. –257 с.

7. Курбатова А. А., Камышникова Л. А. Влияние пропранолола на симптоматику посттравматического стрессового расстройства //Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, 17-18 апреля 2024 г. Т. 2. – ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 2024.

8. Курбатова А. А., Камышникова Л. А. Влияние пропранолола на симптоматику посттравматического стрессового расстройства //Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, 17-18 апреля 2024 г. Т. 2. – ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 2024.

9. Петруня О. М. Клинические типы и формирование травматической личности у студентов ЛГПУ, страдающих посттравматическим стрессовым расстройством //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – №. 9-4. – С. 113-117.

10. Петруня О. М. Психологические и образовательные стратегии поддержки студентов с ПТСР в условиях современного учебного процесса //ББК 74.484 я43+ 74.24 я43 С83. – 2024. – С. 156.

УДК 616.15:617.713-002

Оразалыева А. М.¹, Овезклычев П. Т.², Гельдыев А. А.³, Ламанова Д. Б.¹

¹Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева (ГМУТ), г. Ашгабат, Туркменистан

²Многопрофильная больница, Аркадаг, Туркменистан

³Международный учебно-научный центр при Министерстве здравоохранения и медицинской промышленности Туркменистана, г. Ашгабат, Туркменистан

Морфофункциональное состояние тучноклеточной популяции в очаге регенераторного процесса роговицы в ходе лечения гнойного кератита аутоплазмой

Аннотация. В статье представлены результаты морфологического и морфометрического исследования ТК с анализом показателей количества ТК и внутридифферонных соотношений тучноклеточной популяции в зоне регенерации роговицы в динамике лечения ГК (в эксперименте) аутоплазмой, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, в сочетании с бандажной линзой (ОБТЛП-БЛ) по сравнению со стандартной противовоспалительной терапией. Экспериментальные исследования проведены на двух группах свиней с воспроизведением модели ГК: I группа – животные, получавшие стандартную противовоспалительную терапию; II группа – животные, получавшие стандартную антибактериальную терапию совместно с ОБТЛП-БЛ. Результаты показали, что при регенерации в очаге ГК аутоплазма, снижая функциональную активность ТК и препятствуя их дегрануляции с синтезом биологически активных веществ, оказывает благоприятное влияние на ход заживления роговицы по гистотипическому типу, что обуславливает восстановление ее прозрачности. Применение ОБТЛП-БЛ может рассматриваться как перспективный вариант лечения ГК.

Ключевые слова: гнойный кератит, аутоплазма, воспалительный инфильтрат, тучные клетки.

Orazalyeva A.M., Ovezklychev P. T., Geldiev A. A., Lamanova D. B.

Morphofunctional state of the mast cell population in the focus of corneal regenerative processes during the treatment of purulent keratitis with autoplasm

Abstract. The article presents the results of morphological and morphometric studies of mast cells (MCs) with an analysis of MC count indicators and intradifferon ratios of the mast cell population in the corneal regeneration zone during the dynamic treatment of purulent keratitis (PK) (in an experiment) using platelet- and leukocyte-enriched autoplasm in combination with a bandage lens (PEA-BL) compared to standard anti-inflammatory therapy. Experimental studies were conducted on two groups of pigs with a reproduced model of PK: Group I – animals receiving standard anti-inflammatory therapy; Group II – animals receiving standard antibacterial therapy in combination with PEA-BL. The results showed that during regeneration in the PK focus, autoplasm, by reducing the functional activity of MCs and preventing their degranulation with the synthesis of biologically active substances, has a favorable effect on corneal healing through the

histotypic type, which ensures the restoration of its transparency. The use of PEA-BL can be considered a promising option for PK treatment.

Keywords: purulent keratitis, autoplasm, inflammatory infiltrate, mast cells.

Регенеративная медицина является одним из главных направлений современной медицины. Ее основное назначение - достижение максимально благоприятных результатов лечения в ходе регенерации с восстановлением структуры и функции органов и тканей путем регуляции процессов пролиферации, миграции и дифференцировки клеток. Актуальными становятся методы с использованием клеточных технологий. При этом основным условием внедрения их в разработку является биобезопасность клеточных конструкций. Доказана эффективность и безопасность методов регенеративной медицины на основе аутоплазмы – плазмотерапия. Это - относительно новая методика, успешно применяемая в различных областях медицины: в дерматологии, ортопедии, косметологии, урологии, челюстно-лицевой хирургии, стоматологии. В офтальмологии эффективное влияние плазмотерапии на процессы воспаления и регенерации особенно важно при заболеваниях роговицы, полное восстановление морфологии и биохимии структур которой обеспечивает прозрачность роговицы и высокие рефракционные характеристики глаза. Изучено применение аутоплазмы при таких заболеваниях роговицы, как эрозии, язвы, кератопатии, при ожогах роговицы. Особенно широко применяются препараты аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, а также лейкоцитами и тромбоцитами [1, р. 2167]. Показан их стимулирующий эффект на репаративную регенерацию [2, с.257]. Считается, что эффективность препаратов обуславливают освобождающиеся из активированных тромбоцитов биологически активные вещества и факторы роста. Научный интерес представляет изучение их влияния на структуры тканей в очаге патологии: механизмы миграции и степени участия в процессе прогениторных клеток, их дифференцировки, на реакции и взаимоотношения клеток, а также способы возможного управления процессами репаративной регенерации. Особого внимания заслуживают тучные клетки (ТК). ТК — это многофункциональная, диффузная, широко распространенная в организме животных и человека популяция клеток, которые участвуют в большом разнообразии физиологических и патологических процессов [3, с. 69, 4, с. 117]. Накапливающиеся в их гранулах и высвобождающиеся при дегрануляции множество биологически активных веществ, медиаторов, ферментов, оказывая разнонаправленное действие на структуры тканей, обуславливает многообразие функций ТК в очагах воспаления и регенерации. Активируясь на очень ранних стадиях патологических процессов, они в дальнейшем при тесном взаимодействии с другими клеточными компонентами определяют течение регенерации, реализуя свои свойства через процесс дегрануляции. Моделирование активности ТК и сдерживание дегрануляции может быть

одним из эффективным патогенетических механизмов при лечении таких патологий.

Цель исследования. Изучить морфофункциональное состояние тучноклеточной популяции в очаге регенераторного процесса роговицы в ходе лечения гнойного кератита (ГК) аутоплазмой, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, в сочетании с бандажной линзой (ОбТЛП-БЛ).

Материал и методы. Экспериментальные исследования проведены на двух группах свиней с воспроизведением модели ГК: I группа сравнения (12 животных) – животные с ГК, получавшие стандартную противовоспалительную терапию; II опытная группа (12 животных) – животные с ГК, получавшие стандартную антибактериальную терапию совместно с аутоплазмой, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, в сочетании с бандажной линзой (ОбТЛП-БЛ). На 3, 7, 14, 28 сутки после начала лечения проводилась энуклеация глаза с последующим морфологическим, морфометрическим и гистохимическим исследованием ткани роговицы. Вырезанные кусочки роговицы фиксировались в 10% растворе нейтрального формалина и заливались в парафин по общепринятой методике. Серийные срезы толщиной 4–6 микрон окрашивались гематоксилин-эозином и толуидиновым синим при соблюдении pH=6. Морфометрия проведена с использованием Image-Pro® Plus системы с прилагаемой к ней программой IPWIN32.exe for Windows, Weiss Imaging, and Solutions GmbH. При подсчёте ТК принимались во внимание их плотность на 1 мм², зрелость, степень дегрануляции и локализация в экстрацеллюлярном матриксе и периваскулярно. Полученные данные статистически обработаны с помощью t-теста стандартного пакета Windows 2010.

Результаты и их обсуждение. В роговице до лечения определялись клинические и морфологические признаки острого гнойного воспаления. В строме роговицы до лечения, преимущественно в передних отделах, отмечалась диффузная полиморфноклеточная инфильтрация с примесью ТК и преобладанием нейтрофилов на фоне выраженного отека, полнокровия сосудов зоны лимба, стаза крови в них и диапедеза эритроцитов.

Морфометрия **общей популяции ТК** выявила в I группе увеличение плотности лаброцитов на 1 мм² площади ткани на всех этапах эксперимента, достигая максимума к 28-м суткам: соответственно срокам эксперимента - 43,1±5,9, 44,7±2,5, 47,9±2,7, 52,1±4,3 на 1 мм². Во II группе показатель, увеличиваясь до 7-х суток (49,5±2,9 на 1 мм²), снижался до 45,8±3,4 в 1 мм² на 14 день, до 42,5±2,9 на 1 мм² к 28 дню эксперимента со статистически достоверной разницей по сравнению с I группой (p<0,05).

Внутри дифферона тучноклеточной популяции в зоне регенерации роговицы анализировались крупные, средние и малые лаброциты. Динамика плотности крупных лаброцитов (крупных клеток овальной формы с хорошо дифференцированными метакроматическими гранулами в цитоплазме и отчётливо различимым ядром, располагающихся в некотором отдалении от

сосудов), по группам отличалась своим характером. В I группе отмечалось увеличение показателя в каждом последующем сроке эксперимента (соответственно срокам: $4,2 \pm 3,1$, $16,5 \pm 1,6$, $20,8 \pm 1,9$, $22,8 \pm 3,0$ на 1 мм^2). В то время, как во II группе показатель увеличивался лишь до 7 дня эксперимента, но с 14 дня значительно снижался ($p < 0,01$): $16,3 \pm 1,5$, $19,9 \pm 2,1$, $11,9 \pm 1,7$, $9,7 \pm 1,5$ на 1 мм^2 соответственно срокам эксперимента. Следует отметить, что уменьшение плотности крупных лаброцитов ассоциировало со стиханием воспаления в роговице и уменьшением количества нейтрофилов во II группе после 7 дня и во все последующие сроки.

Мелкие и средние лаброциты располагались преимущественно в периваскулярных зонах. Ортохроматическая зернистость цитоплазмы придавала им плотный гомогенный вид. В I группе по количеству этих клеток на 1 мм^2 не выявлялась какая-либо динамика на всех сроках эксперимента: соответственно $28,9 \pm 3,5$, $28,2 \pm 1,8$, $26,1 \pm 2,0$, $29,3 \pm 2,2$ на 1 мм^2 . Во II группе отмечалось значительное увеличение их количества на фоне снижения количества крупных лаброцитов с 14 дня эксперимента ($p < 0,05$): соответственно дням эксперимента $28,3 \pm 2,1$, $29,6 \pm 2,1$, $33,9 \pm 2,3$, $32,8 \pm 2,7$ на 1 мм^2 .

Количество функционально активных лаброцитов (отросчатых тучных клеток с метакроматической зернистостью) изменялось по группам аналогично показателю общего количества ТК. В I группе количество функционально активных лаброцитов росло с каждым сроком, достигнув максимума к 28-м суткам: соответственно срокам- $6,6 \pm 1,4$, $7,6 \pm 1,5$, $12,3 \pm 2,1$, $17,2 \pm 2,3$ на 1 мм^2 . Во II группе изначально высокие значения показателя на ранних сроках эксперимента по сравнению с I группой (на 3-и сутки $10,4 \pm 1,5$ на 1 мм^2 , на 7-е сутки $18,5 \pm 2,4$ на 1 мм^2), с 14 дня значительно снижались (на 14-е сутки $8,2 \pm 1,5$ на 1 мм^2) до уровня $5,4 \pm 1,3$ на 1 мм^2 на 28-е сутки, что почти в 3 раза ниже показателя I группы.

Количество лаброцитов с признаками дегрануляции и выделения в окружающее пространство гранул, как и количество функционально активных лаброцитов, явилось показателем с самыми существенными изменениями как внутри групп, так и в плане межгрупповых отличий. В I группе этот показатель стабильно увеличивался, достигнув максимума к 28-м суткам: $6,5 \pm 1,4$, $7,7 \pm 1,7$, $10,9 \pm 1,7$, $16,2 \pm 2,3$ на 1 мм^2 . Во II группе показатель изначально был намного выше такового в I группе ($p < 0,001$) (на 3-и сутки- $22,3 \pm 3,1$, на 7-е сутки - $20,2 \pm 2,4$ на 1 мм^2), но на 14 ($9,3 \pm 1,6$ на 1 мм^2) и 28 сутки зарегистрировано его резкое снижение почти в 4 раза от уровня на 3 сутки ($5,3 \pm 1,2$ на 1 мм^2) и в 3 раза ниже значений I группы ($p < 0,001$).

Плотность периваскулярно расположенных лаброцитов изменялась незначительно. В I группе она во все сроки наблюдения держалась на одном уровне ($11-12$ клеток на 1 мм^2). Во II группе после резкого подъема на 7-е сутки ($16,3 \pm 2,7$ на 1 мм^2) показатель снижался до $11,2 \pm 1,6$ на 1 мм^2 на 28 день

эксперимента ($p < 0,05$) аналогично динамике плотности активных и дегранулирующих клеток.

Таким образом, исследование морфофункционального состояния ТК с анализом показателей количества ТК и внутридифферонных соотношений тучноклеточной популяции в зоне регенерации роговицы в динамике лечения ГК (в эксперименте) показало разнонаправленные изменения качественного и количественного состава лаброцитов по ходу терапии при применении стандартных противовоспалительных средств и при применении ОБТЛП-БЛ. При стандартной противовоспалительной терапии ГК высокие показатели количества активных крупных лаброцитов с обильной метакроматичной зернистостью, а также лаброцитов с признаками дегрануляции на всех этапах эксперимента сопровождались бурной воспалительной реакцией в роговице с задержкой регенерации. При лечении ГК с применением ОБТЛП-БЛ активация процесса дегрануляции ТК на ранних сроках эксперимента, как реакция на воспаление, сменялась уменьшением количества активных, дегранулирующих лаброцитов после 7 суток эксперимента и ассоциировало со стиханием эксудативной фазы воспаления в роговице и нарастанием пролиферативных процессов.

Известно, что активные ТК в эксудативную фазу воспаления, секретируя нейтрофильный хемотаксический фактор, усиливают хемотаксис сегментоядерных лейкоцитов (СЯЛ), являющихся инициаторами каскада воспалительных изменений; при этом миграцию клеток в очаг поражения обеспечивают гистамин и серотонин, содержащиеся в метакроматических гранулах ТК и выделяющиеся при их дегрануляции. Являясь мощными вазоактивными веществами, они стимулируют накопление нейтрофилов, действуя через H1-рецепторы, локализованные в плазматической мембране клеток гладких мышц и на эндотелиальных клетках сосудов [5, с.188]. Выявленное в ходе исследования свойство аутоплазмы способствовать в зоне регенерации роговицы уменьшению числа активных и дегранулирующих лаброцитов, а также сопряженному с уменьшением числа активных ТК купированию нейтрофильной реакции со снижением количества нейтрофилов в составе клеточного инфильтрата подчеркивает ее положительный терапевтический эффект, поскольку отражает стихание эксудативной фазы воспаления и начало регенераторного процесса. Напротив, при высоком уровне дегрануляции ТК, отмеченном в случае стандартной противовоспалительной терапии ГК, реализация эффекта освобождающихся из них биологически активных веществ в виде альтерации ткани является одним из патогенетических факторов, поддерживающих воспаление и обуславливающих усиленный фиброз ткани [6, с. 868, 7, р. 21].

Следует отметить, что в научных исследованиях, посвященных роли лаброцитов в различной патологии, показана корреляция между количеством ТК, дегрануляцией лаброцитов и характером воспаления [8, с. 38, 9, 10, р. 2763]. Так, к примеру, корреляция усиленной дегрануляции ТК с выраженной

альтерацией ткани и замедленным заживлением раны показана при сахарном диабете и болезни Крона [11, с. 106, 12].

При лечении ГК с применением ОБТЛП-БЛ увеличение количества активных и дегранулирующих ТК сопровождалось повышением плотности ТК в периваскулярной ткани, что, видимо, связано с миграцией молодых форм лаброцитов из кровяного русла в зону воспаления с последующей их дифференцировкой в активные лаброциты [13]. Известно, что циркулирующие в крови ТК являются незрелыми, но под действием воспалительных стимулов привлекаются в зону патологии, и после миграции из сосудов недифференцированные клетки-предшественники развиваются в зрелые формы ТК, активация которых проявляется в виде дегрануляции с секрецией биологически активных веществ [14, р. 12].

Таким образом, как видно из результатов эксперимента, ТК в очаге гнойного воспаления роговицы реагируют изменением морфофункционального состояния на воспалительную реакцию и дальнейшие процессы регенерации. Проведенное исследование показало, что при регенерации в очаге ГК аутоплазма, снижая функциональную активность ТК и препятствуя их дегрануляции с синтезом биологически активных веществ, оказывает благоприятное влияние на ход заживления роговицы по гистотипическому типу, что обуславливает восстановление ее прозрачности - основного критерия эффективности лечения ГК. Регуляция активации ТК с блокированием их дегрануляции с помощью фармакологических средств может рассматриваться как перспективный вариант патогенетической терапии воспалительных процессов роговицы.

Список литературы

1. Medina-Porqueres I., Martin-Garcia P., Sanz-De Diego S., Reyes-Eldblom M. and Cantero-Tellez R. Platelet-rich plasma for thumb carpometacarpal joint osteoarthritis in a professional pianist: case-based review. // *Rheumatol. Int.* 2019. Vol. 39. P. 2167–2175. doi:10.1007/s00296-019-04454-x
2. Тарабрина В.А. Влияние обогащенной тромбоцитами плазмы на репаративную регенерацию роговицы. // *Известия Российской Военно-медицинской академии.* 2020. 39. №1. 1S. С. 257-260.
3. Гистотопография тучных клеток кожи при моделировании ожога в условиях применения различных методов регионарного воздействия. / М.Ю. Соболева [и др.] // *Гены и клетки.* 2021. 16(1). С. 69–74. <https://doi.org/10.23868/202104011>
4. Кульченко Н. Г. Гиперактивность тучных клеток как фактор патогенеза мужского бесплодия. // *Исследования и практика в медицине.* 2022. 9(1). С. 117-124. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2022-9-1-10>
5. Баглай Е.О., Дубиков А.И. Тучные клетки – ключевые участники патогенеза иммуновоспалительных заболеваний // *Научно-практическая ревматология.* 2015. 53(2). С. 182–189.

6. Алексеева Н.Т., Глухов. А.А. К вопросу о роли тучных клеток в процессе заживления ран // Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2011. т. IV(4). С. 864-870.
7. Atiakshin D, Buchwalow I, Tiemann M. Mast cells and collagen fibrillogenesis. // Histochem Cell Biol. 2020. Jul. 154(1). P. 21-40. doi: 10.1007/s00418-020-01875-9. Epub 2020 Mar 28. PMID: 32222902
8. Смирнова О. Е. Роль некоторых медиаторов и цитокинов тучных клеток и нейронов интрамурального ганглия в сокращении мышцы трахеи и бронхов крысы.: дис. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук: 1.5.5.- физиология человека и животных. Петрозаводск, 2022. 191 с.
9. Otsuka A., Nonomura Y., Kabashima K. Roles of basophils and mast cells in cutaneous inflammation // Semin Immunopathol. 2016. №38. P. 563–570.
10. Bao Y., Wang S., Gao Y., Zhang W., Jin H., Yang Y., Li J. MicroRNA-126 accelerates IgE-mediated mast cell degranulation associated with the PI3K/Akt signaling pathway by promoting Ca²⁺ influx // Exp Ther Med. 2018. №16(3). P. 2763-2769.
11. Тучные клетки как активный компонент процесса репарации ран / М.В. Аралова [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. 2018. 7(2). С. 103–109. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-2-103-109
12. Морфофункциональные особенности тучных клеток дистрагированной капсулы фиброанкилозированных суставов кисти и слизистой оболочки толстой кишки у пациентов с болезнью Крона / Н.Ю. Широкова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2017. №5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26942>
13. Тучные клетки миокарда при воздействии ипотермии / И.П. Бобров [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2021. №5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31160>
14. Guy-Grand D., Dy M., Luffau G., Vassalli P. Gut mucosal mast cell. Origin, traffic and differentiation. // J. Exp. Med. 1984. Vol. 160. P. 12 – 28.

Информация об авторах

Оразалыева Айджемал Менглиевна - докт.мед.наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра Государственного медицинского университета Туркменистана имени Мырата Гаррыева (ГМУТ), г. Ашгабат, Туркменистан

Овезклычев Перхат Таганклычевич - заведующий отделением лазерной хирургии Многопрофильной больницы, г. Аркадаг, Туркменистан

Гельдыев Аман Аннагельдыевич - канд.мед.наук, ведущий научный сотрудник Международного учебно-научного центра при Министерстве здравоохранения и медицинской промышленности Туркменистана, г. Ашгабат, Туркменистан

Ламанова Джахан Байраммурадовна - канд.мед.наук, ассистент кафедры патологической анатомии Государственного медицинского университета Туркменистана имени Мырата Гаррыева (ГМУТ), г. Ашгабат, Туркменистан

Orazalyeva Ayjemal Mengliyevna - Doctor of medicine, senior researcher of the Research center of the Myrat Garryev State medical university of Turkmenistan (SMUT), Ashgabat city

Ovezklychev Perhat Taganklychevich - Head of the Laser surgery department of the Multidisciplinary hospital of Arkadag city

Geldyyev Aman Annageldyyevich - Candidate of medical sciences, Leading researcher of the International educational and research center under the Ministry of health and medical industry of Turkmenistan, Ashgabat city

Lamanova Jahan Bayrammuradovna - Candidate of medical sciences, assistant of the Department of pathological anatomy of the Myrat Garryev State medical university of Turkmenistan (SMUT), Ashgabat city

Назаров А. А., Парфеня А. В., Петраков Д. О.

Московский медицинский университет «РЕАВИЗ», Москва, Россия

Ультразвуковая диагностика на этапе скорой медицинской помощи по протоколу BLUE

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей ультразвуковой диагностики на этапе скорой медицинской помощи по протоколу BLUE. Отмечается, что BLUE — это комплексный метод ультразвуковой диагностики, который позволяет быстро и точно определить состояние легких пациента. Автор выделяет цели ультразвуковой диагностики по протоколу BLUE, анализирует методологию использования этапа в условиях скорой медицинской помощи. В завершение автор делает вывод о том, что протокол BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) является эффективным и быстрым методом ультразвуковой диагностики легких, который может быть применен в условиях скорой помощи для диагностики и мониторинга состояния пациента. Обучение медицинского персонала по протоколу BLUE является важным шагом для повышения квалификации специалистов и улучшения качества оказания скорой медицинской помощи.

Ключевые слова: BLUE, УЗИ, ультразвуковая диагностика, скорая помощь, цели, BLUE-точка, безопасность, диагноз.

Nazarov A. A., Parfenya A. V., Petrakov D. O.

Ultrasound diagnostics at the stage of emergency medical care according to the BLUE protocol

Abstract. The article is devoted to the study of the features of ultrasound diagnostics at the stage of emergency medical care according to the BLUE protocol. It is noted that BLUE is a comprehensive ultrasound diagnostic method that allows you to quickly and accurately determine the condition of the patient's lungs. The author identifies the goals of ultrasound diagnostics according to the BLUE protocol, analyzes the methodology of using the stage in emergency medical care. In conclusion, the author concludes that the BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protocol is an effective and fast method of ultrasound diagnosis of the lungs, which can be used in an emergency room to diagnose and monitor the patient's condition. The training of medical personnel according to the BLUE protocol is an important step to improve the skills of specialists and improve the quality of emergency medical care.

Keywords: BLUE, ultrasound, ultrasound diagnostics, ambulance, goals, BLUE-dot, safety, diagnosis.

Цель исследования — установить особенности ультразвуковой диагностики на этапе скорой медицинской помощи по протоколу BLUE. Проблема исследования состоит в том, что ультразвуковая диагностика в условиях скорой медицинской помощи представляет собой важный

инструмент, позволяющий врачам быстро и эффективно оценивать состояние пациента. Протокол BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) — это стандарт ультразвукового обследования легких, разработанный для оказания неотложной помощи при различных респираторных заболеваниях. Методология исследования включает в себя анализ научной литературы.

BLUE — это комплексный метод ультразвуковой диагностики, который позволяет быстро и точно определить состояние легких пациента. В основе метода BLUE лежит идея использования ультразвуковых признаков для выявления дыхательных нарушений, отеков легких, плевральных выпотов и других патологий. Данный протокол позволяет проводить неинвазивную исследовательскую процедуру без применения радиации, что делает его безопасным и эффективным методом диагностики при оказании скорой медицинской помощи [1].

Протокол BLUE включает в себя систему подхода к диагностике легочных патологий с помощью УЗД. Главной целью протокола является быстрая и точная оценка состояния легких, что позволяет врачам принимать оперативные решения в критических ситуациях. Ключевые аспекты протокола BLUE:

1. Скорость и доступность: УЗД можно проводить непосредственно в условиях неотложной помощи, что сокращает время на диагностику и начало лечения.

2. Непосредственная визуализация: ультразвук позволяет визуализировать состояние легочной ткани и плевры, выявлять наличие жидкости, пневмоторакса и других патологий.

3. Безопасность: УЗД не использует ионизирующее излучение, что делает его безопасным для пациентов, включая беременных женщин и детей.

Применение УЗД по протоколу BLUE на этапе скорой медицинской помощи позволяет провести быструю оценку состояния легких пациента и принять неотложные меры для улучшения его состояния. Основными преимуществами метода BLUE являются высокая точность диагностики, быстрота проведения процедуры, отсутствие необходимости в сложном оборудовании и возможность проведения исследования прямо на месте прибытия скорой медицинской бригады. Это позволяет сэкономить время и ускорить принятие решения о дальнейшем лечении пациента. Ультразвуковая диагностика по протоколу BLUE требует специального обучения и квалификации медицинского персонала, который будет проводить и интерпретировать исследования. Для полноценного применения этого метода необходимо учитывать все особенности проведения УЗД и умение правильно интерпретировать полученные данные. Обучение медицинского персонала по протоколу BLUE позволяет

повысить эффективность и точность диагностики легких на этапе скорой медицинской помощи [3].

Протокол BLUE включает пять основных шагов, которые помогают врачу получить необходимую информацию о состоянии легких:

1. Обследование пациента: первоначальная оценка состояния пациента, включая изучение анамнеза и клинических данных.

2. Ультразвуковое исследование: использование специального оборудования для проведения УЗД легких. Важно правильно нацелиться на области, наиболее подверженные патологиям.

3. Интерпретация результатов: оценка полученных изображений для выявления возможных заболеваний, таких как пневмония, плеврит, легочная эмболия, пневмоторакс и другие состояния.

4. Формулирование клинического диагноза: основываясь на результатах УЗД и клинических данных, врач может составить предварительный диагноз.

5. Планирование дальнейших действий: определение необходимых лечебных мероприятий и возможных дальнейших исследований для подтверждения диагноза.

BLUE-протокол основан на проведении исследования легких в стандартных точках, известных как BLUE Points. Эти точки определяются через наложение ладоней на грудную клетку, что позволяет добиться последовательности и точности в исследовании. Процесс начинается с размещения первой ладони на груди: мизинец должен располагаться под ключицей, а концы пальцев – у края грудины. Затем к первой ладони прикладывается вторая ладонь, исключая большие пальцы. В передних отделах грудной клетки выделяются две ключевые BLUE точки:

- Верхняя точка находится между третьим и четвертым пальцем верхней ладони.

- Нижняя точка располагается в середине нижней ладони.

Для исследования боковых отделов грудной клетки выделяется диафрагмальная точка, которая располагается на пересечении средней подмышечной линии с линией диафрагмы. Особое внимание уделяется задним отделам грудной клетки, где осуществляется оценка на предмет острой альвеолярной консолидации или плеврального выпота. Для этого пациента необходимо плавно повернуть на бок, выполняя так называемую lateralization maneuver, и исследовать легкие в PLAPS-точке. Эта точка расположена на пересечении продольной задней подмышечной линии и линии от нижней BLUE-точки [2].

Одним из ключевых аспектов протокола BLUE является возможность проведения ультразвукового исследования прямо у постели пациента. Использование портативного УЗИ-аппарата позволяет медикам быстро оценить состояние пациента без необходимости транспортировки его в отдельный кабинет. Это особенно важно в экстренных случаях, когда

задержка может угрожать жизни пациента. Еще одной важной особенностью является возможность выполнения УЗИ в различных позициях пациента. Исследование можно осуществлять как в положении сидя, так и в полулёжа, лёжа на спине или на боку. Это обеспечивает гибкость и удобство, позволяя врачу подобрать наиболее комфортное положение для пациента, что особенно важно при наличии у него одышки или болевого синдрома [4].

Ультразвуковая диагностика абсолютно безопасна с точки зрения радиационного воздействия. Учитывая, что пациенты часто находятся в состоянии критического здоровья, отсутствие лучевой нагрузки является важным преимуществом. Кроме того, отсутствие необходимости в транспортировке пациента снижает риск ухудшения его состояния во время перемещения. Использование УЗИ в рамках протокола BLUE также позволяет безопасно проводить обследования у беременных женщин и детей. Это особенно актуально в условиях экстренной помощи, когда другие методы диагностики могут быть ограничены или опасны для здоровья пациента. УЗИ не только безопасно, но и эффективно, что делает его незаменимым инструментом в руках врача.

Использование BLUE-протокола имеет множество преимуществ. Во-первых, метод безопасен и неинвазивен, а также позволяет получить быструю информацию о состоянии легких врача. Во-вторых, доступность оборудования и простота проведения исследования делают его подходящим для использования в рамках неотложной помощи. Одним из значимых достоинств ультразвукового исследования является его скорость. Получение данных о состоянии лёгочной ткани происходит практически мгновенно, что позволяет врачам быстро принимать решения о необходимом лечении. В условиях скорой помощи, где каждая минута на счету, такая оперативность является критически важной. Однако не стоит забывать и о недостатках. Как и любой другой метод, BLUE-протокол требует определенного уровня квалификации и навыков со стороны медицинского персонала. Результаты могут зависеть от качества оборудования и опыта специалиста.

В условиях острого респираторного дистресса, когда время имеет первостепенное значение, быстрое и точное обследование легких становится критически важным. Одним из методов, который активно используется в экстренной медицине, является Point-of-Care Ultrasound (POCUS) с применением протокола BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency). Данная методика позволяет не только быстро оценить состояние легких, но и выявить наличие минимального или большого плеврального выпота и альвеолярной консолидации в 90% случаев[5].

Одним из ключевых элементов в проведении ультразвукового исследования легких является PLAPS точка (Posterolateral Alveolar and Pleural Syndrome). Эта область определяется в задних межреберных

пространствах на уровне 7-10 ребер, что позволяет врачу точно оценить наличие патологий. Если в PLAPS точке не удастся выявить никаких отклонений, что подтверждается отрицательным результатом, происходит расширение области исследования: датчик смещается на одно межреберье ниже, и процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнута диафрагма. Этот подход позволяет не только исключить наличие жидкостных накоплений в плевральной полости, но и быстро идентифицировать проблемы в нижних долях легких.

Тем не менее, даже при отрицательном результате PLAPS точки важно продолжить тщательное исследование всех задних зон легких, включая верхушки, поскольку это может выявить дополнительные клинические данные, которые могли бы остаться незамеченными. Для повышения точности диагностики пациент может быть перемещен в позу на боку или животе, а также в сидячее положение, если состояние человека это позволяет. В таких случаях эффективность ультразвука становится сопоставимой с компьютерной томографией (КТ), что делает его незаменимым инструментом в экстренной медицине.

Протокол POCUS BLUE также способствует быстрому выявлению различных заболеваний, таких как пневмония или пневмоторакс. Этот метод позволяет не только диагностировать патологии, но и оценить степень их выраженности. С его помощью врачи могут оперативно принимать решения о дальнейшем лечении пациента, что особенно актуально в условиях, когда времени на диагностику катастрофически не хватает [6].

Кроме того, использование POCUS BLUE возможно у всех пациентов в экстренной ситуации, что делает его универсальным инструментом для оценки состояния легких. Благодаря своей простоте и скорости эта методика становится все более популярной среди медицинских работников, стремящихся повысить качество оказания неотложной помощи.

Таким образом, ультразвуковая диагностика уже давно применяется в медицине для быстрого и точного определения состояния внутренних органов пациента. В последние годы особую актуальность приобретает использование УЗД на этапе скорой медицинской помощи, когда каждая минута может иметь решающее значение для спасения жизни. Протокол BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) является эффективным и быстрым методом ультразвуковой диагностики легких, который может быть применен в условиях скорой помощи для диагностики и мониторинга состояния пациента. Обучение медицинского персонала по протоколу BLUE является важным шагом для повышения квалификации специалистов и улучшения качества оказания скорой медицинской помощи.

Список литературы

1. Булач Т.П., Афанасьева И.В. Ультразвуковая диагностика в работе врача скорой медицинской помощи (протоколы ургентного ультразвукового исследования. Часть II) // Скорая медицинская помощь. 2019. Т. 20, № 3. С. 68-74.
2. Булач Т.П., Петрова Н.В., Изотова О.Г., Афанасьева И.В. Ультразвуковая диагностика в работе врача скорой медицинской помощи (Протоколы ургентного ультразвукового исследования. Часть 1). Скорая медицинская помощь. 2018;19(3):70-76.
3. Емельянов С.З., Морозов В.В., Шевела А.И., Капсаргин Ф.П. Новые возможности ультразвуковой диагностики при остром абдоминальном синдроме // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10-8. – С. 1494-1496; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36343> (дата обращения: 29.12.2024).
4. Мареев Ю. В., Джигоева О. Н., Зоря О. Т. и др. Фокусное ультразвуковое исследование в практике врача-кардиолога. Российский согласительный документ. Кардиология. 2021;61 (11):4-23.
5. Галстян Г.М., Новиков В.А., Троицкая В.В., Барях Е.А., Махиня С.А., Паровичникова Е.Н., Савченко В.Г. Диагностика пневмонии с помощью ультразвукового исследования легких у беременных с опухолевыми заболеваниями системы крови. Терапевтический архив 2015;87(1):79-87.
6. Lichtenstein D.A., Mauriat P. Lung Ultrasound in the Critically Ill Neonate. Curr Pediatr Rev. 2012; 8: 3: 217-223.

Долганова Н. А., Зайцева А. Д.

АНО ВО «Московский международный университет», Москва, Россия

Инструменты предотвращения инфекционных заболеваний на птицефабрике

Аннотация. В статье рассмотрена проблематика падежа птиц по причине вирусных заболеваний на АО «Пионерское». Особое внимание уделяется анализу последствий, вызванных необходимостью утилизации заражённой продукции, снижением объёмов производства и увеличением затрат на проведение санитарно-профилактических мероприятий, возмещению убытков по причине простоя, вызванного восстановлением поголовья.

Также были разработаны рекомендации по совершенствованию технологических процессов, связанных с предотвращением возникновения вирусных инфекций у птиц. В исследовании продемонстрирована актуальность комплексного подхода к решению проблемы падежа птицы.

Ключевые слова: инфекции, ветеринария

В октябре 2024 г. АО «Пионерское» пережило вспышку высокопатогенного гриппа, повлекшего за собой массовый падеж птицы. Так как АО «Пионерское» является единственным крупным предприятием птицеводства, губернатор Камчатского края взял ситуацию на дополнительный контроль, поручив Министерству сельского хозяйства обеспечить процесс комиссионного изъятия домашней птицы в пятикилометровой зоне, в том числе, у домашних фермеров. Кроме того, каждому домашнему фермеру было поручено возместить убытки за изъятую птицу при помощи средств, выделенных из бюджета [1].

Министерством сельского хозяйства Камчатского края была сформирована оперативная комиссия, в состав которой вошли:

- высококвалифицированные ветеринарные врачи;
- представители районной администрации;
- сотрудники правоохранительных органов (служба полиции) [3].

Совместные усилия комиссии позволили сформировать четкий алгоритм действий для дальнейшей работы с зараженной территорией в пределах пяти километров от АО «Пионерское» [4].

Процесс изъятия зараженной птицы оказался непростым, так как многие фермеры, опасаясь за источники дохода, выражали прямое недовольство и сопротивление. При помощи проведения разъяснительной работы, комиссия смогла осуществить изъятие птицы, максимально минимизировав конфликт и напряженность. Параллельно была осуществлена работа по оценке ущерба, который получили АО «Пионерское» и домашние фермерские хозяйства.

Также осуществлена оперативная подготовка документов по выплатам компенсаций для каждого фермера. Фермерам была предложена

финансовая поддержка, размер по которой был рассчитан исходя из рыночной стоимости птицы. Выплаты были осуществлены в кратчайшие сроки, чтобы нивелировать убытки домашних фермеров и обеспечить высокий уровень доверия к властям Камчатского края [2].

Мероприятие по экстренному изъятию птицы позволило быстро ликвидировать существующие очаги инфекции и не допустить возникновения новой инфекции [5].

АО «Пионерское» провело дезинфекцию территории. Специалистами осуществлена очистка мест, где все еще сохранялась вероятность для развития инфекции патогенного птичьего гриппа. Также были созданы ограждения, которые разделили АО «Пионерское» на промышленную зону и зону производства. Само АО «Пионерское» было размещено под карантин.

Всего в АО «Пионерское» в результате массового падежа кур по причине патогенного гриппа А (H5N1) было уничтожено 239 тыс. голов. В настоящий момент в АО «Пионерское» поступил молодняк кур из Екатеринбурга в кол-ве 100 тыс. голов. Кроме того, была запланирована поставка еще 100 тыс. голов и яиц для инкубации.

Параллельно в АО «Пионерское» велась работа по модернизации производственных линий и участков (модернизация инкубатория, цеха переработки, цеха убоя, кормового цеха, реконструкция 3-х птичников, установки линии для санитарного забоя и иных технических мероприятий).

Однако для того, чтобы предотвратить повторение вспышки патогенного вируса гриппа птицы в дальнейшем, а также обеспечить стабильность производственных процессов, организации необходимо разработать и внедрить комплексную программу по мониторингу инфекционных заболеваний.

Так как предприятие является ключевым предприятием Камчатского края, снабжающим население яйцом, мясом птицы и субпродуктами, мероприятия по обеспечению бесперебойной и эффективной работы являются приоритетным направлением развития не только для ПО «Пионерское», но и для Камчатского края в целом.

Комплексная программа по мониторингу инфекционных заболеваний предназначена для своевременного выявления потенциальных угроз, а также для осуществления оперативного реагирования и минимизации риска возникновения повторных инфекций.

Основные составляющие программы представлены на рисунке 1.

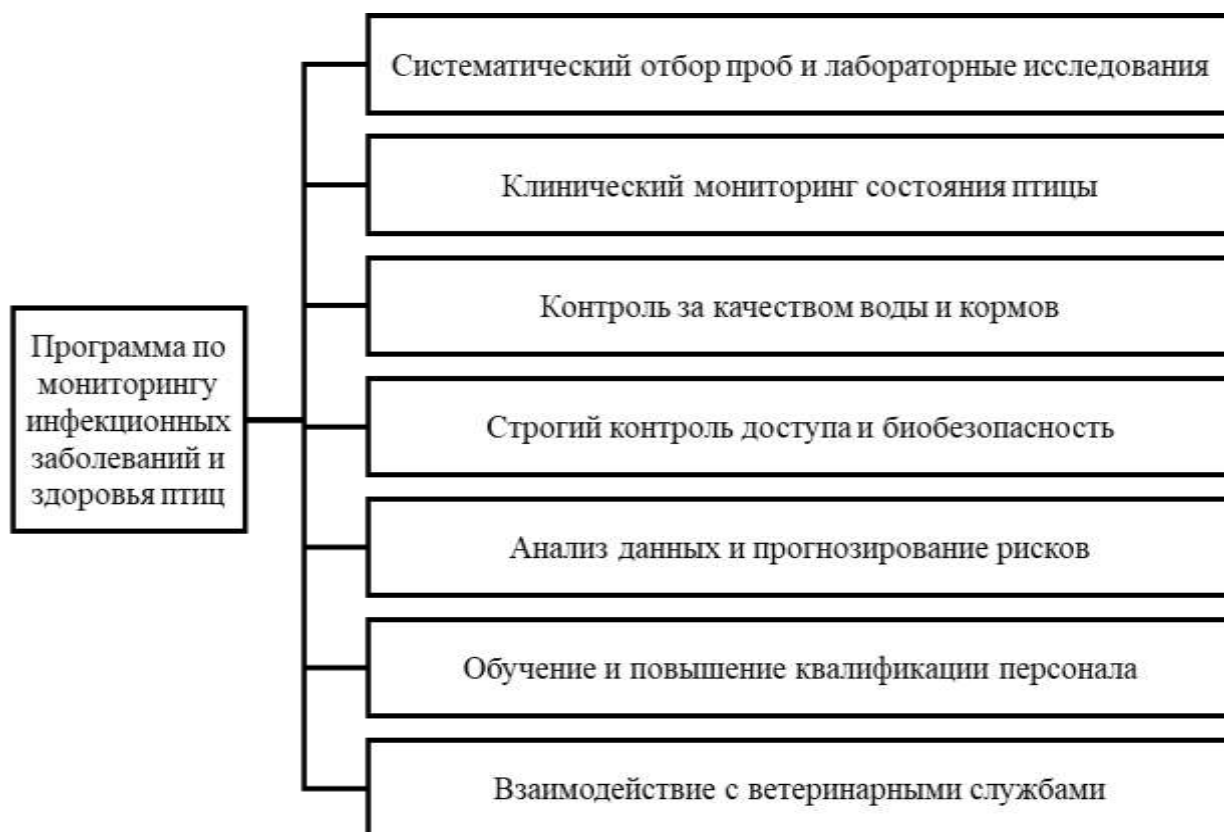


Рисунок 1 – Направления программы по мониторингу инфекционных заболеваний птицы, предлагаемая для АО «Пионерское»

Процедура по систематическому отбору проб и лабораторным исследованиям предназначена для регулярного проведения отбора проб биологического материала, например, мазков у птиц, крови, помёта по различным возрастным группам в различных производственных корпусах. Данные образцы будут направляться в аккредитованные ветеринарные лаборатории для проведения регулярных исследований на наличие вируса гриппа у птиц, инфекционного бронхита, ларинготрахеита, а также других инфекций.

Процедура контроля качества воды и корма должна осуществляться на регулярной основе в целях обнаружения патогенных организмов, токсинов, а также других вредоносных веществ, вызывающих инфекцию. Особое внимание при контроле важно уделять качеству воды, так как именно она, зачастую, является источником распространения инфекции.

Обеспечение строгого контроля доступа и биобезопасности предназначено внедрения в организацию режима доступа. Персонал должен проходить обязательную дезинфекцию при входе и выходе из производственных помещений. Транспортные средства, которые будут пребывать на территорию, также должны проходить процедуру дезинфекции.

Также предлагается реализация мер, направленных на борьбу с грызунами, насекомыми и дикими птицами, которые также могут являться

переносчиками инфекционных заболеваний. В мировой и отечественной практике наращивает обороты гуманный способ избавления от диких птиц, являющихся частыми переносчиками птичьего гриппа, а именно — установка уличных лазерных отпугивателей.

Такие отпугиватели предназначены для защиты от птиц открытых пространств, таких как сельскохозяйственные угодья, лётные поля аэродромов, крыши производственных и складских зданий, рыбоводческие хозяйства и др. Лазерные отпугиватели генерируют лучи красного и зеленого света, создавая световые пятна на стенах, полах, земле и других поверхностях, куда эти лучи попадают. Такие лучи пугают птиц сильным контрастом освещенности и лазерного луча.

Немаловажным аспектом минимизации риска повторной инфекции является анализ данных и прогнозирование, контроль качества воды и кормов, условий содержания птиц.

Стоит отметить, что на отечественном рынке уже сейчас существуют инструменты автоматизации контроля жизнедеятельности птиц. Комплексные системы из различных датчиков, камер, специального программного обеспечения осуществляют мониторинг состояния здоровья птиц в режиме 24/7.

Автоматизированные системы централизованно контролируют и оперативно корректируют ключевые параметры, такие как состав воздуха, температура, уровень освещения, влажность и другие. Специализированные датчики, работающие в автоматическом режиме, обеспечивают постоянный сбор данных, что позволяет оперативно вносить изменения в производственный процесс.

Такие системы включают в себя следующие расходы и компоненты:

— IoT-датчики и системы мониторинга. IoT-датчики – устройства, собирающие информацию и передающие в центр управления. Точность датчика – основа системы. Выдерживание температурной кривой влияет на прирост массы птицы и ее заболеваемость. Отклонение в 10–15% может вызвать необратимые последствия для жизни птицы. Важным параметром является и соотношение температуры воздуха и относительной влажности. Незначительные колебания суммы данных параметров могут ведут к росту заболеваемости птицы, уменьшению поголовья.

— Системы видеонаблюдения с анализом поведения. Камеры анализируют поведенческие особенности птиц, параметры движения, распределение особей по птичниках. Например, если птицы начинают собираться в стайки, это может служить признаком инфекции, если какая-то птица перестает двигаться, скорее всего, она погибла.

— Автоматизация кормления и поения. Умные кормушки и поилки помогут автоматизировать процесс ухода за животными, сохраняя чистоту в курятнике и предотвращая попадание мусора в корм и воду.

— Программное обеспечение для анализа данных для поддержания работоспособности системы.

— Дополнительные расходы, такие как обучение персонала, интеграция систем, обслуживание, резервный фонд.

Стоит отметить, что внедрение системы автоматизированного мониторинга позволит не только защитить предприятие от риска повторного падежа, но и получить экономию затрат на содержание птичников, а именно:

— экономию на ежегодном падеже кур (снижение нормального уровня естественного падежа на 2% в среднем);

— экономию на кормах за счет внедрения автоматизированных линий кормления птиц;

— экономию на электроэнергии: вентиляции, освещении и отоплении.

Мероприятия по обучению персонала и повышению его квалификации должно осуществляться регулярно не только для специалистов области ветеринарии, зоотехников, а также других работников птицеводческого комплекса, напрямую работающих в птичниках и производственных цехах.

Дополнительно следует направить сотрудников, непосредственно взаимодействующих с птицей (операторы птицеводства, птичницы, бригады, начальники подразделений птицеводства) на курсы по охране труда в сельском хозяйстве. Руководителей высшего звена, принимающих ключевые решения на предприятии (финансовый директор, директор по развитию, руководители отделов по реализации и снабжению, ведущие инженеры и другие) стоит подключить к обучению, направленному на развитие компетенций в области инновационных технологий цифровизации в области птицеводства.

При этом необходимо учесть, что организация проведения таких курсов потребует предварительного отбора персонала, которому необходимо пройти программу повышения квалификации, для чего необходимо будет реализовать следующую последовательность действий:

— провести внутреннюю аттестацию специалистов по специальности на знание актуальных вопросов охраны труда;

— провести отбор кандидатов на прохождение курсов повышения квалификации с учетом установленной разработанной программой квоты на участие в курсах;

— заключить договоры с организациями, проводящими курсы, и организовать участие сотрудников в курсах.

Предположительно, что внедрение данного комплекса мероприятий позволит снизить вероятность повторения вспышки инфекционного заболевания птицы на 90%.

Таким образом, внедрение комплексной программы позволит не только выявлять очаги инфекционных заболеваний птицы, но и предотвратить повторный массовый падеж, обеспечить стабильное производство продукции. Проведение постоянного мониторинга и реализация превентивных мер выступят в качестве основы для формирования экономической и производственной стабильности в АО «Пионерское».

Список литературы

1. Владимир Солодов поручил ускорить выплаты фермерам после изъятия птицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamgov.ru/apparat/news/vladimir-solodov-porucil-uskorit-vyplaty-fermeram-posle-izatia-pticy-77207>. – Дата доступа: 09.02.2025.
2. Крупнейшая птицефабрика Камчатского края восстанавливает поголовье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pticegrad.ru/news/novosti-2024/kрупнейshaya-ptitsefabrika-kamchatskogo-kрая-vosstanavlivaet-pogolove/>. – Дата доступа: 09.02.2025.
3. Роспотребнадзор проводит расследование из-за случаев падежа птицы в Камчатском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-news.online/news/epidemiologi-vedut-rassledovanie-iz-za-padezha-ptitsy-na-kamchatke/>. – Дата доступа: 09.02.2025.
4. У жителей Камчатки изымают домашних птиц в радиусе 5 км от АО «Пионерское» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkgo.ru/news/43560/>. – Дата доступа: 09.02.2025.
5. Эпидемиологи ведут расследование из-за падежа птицы на Камчатке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-news.online/news/epidemiologi-vedut-rassledovanie-iz-za-padezha-ptitsy-na-kamchatke/>. – Дата доступа: 09.02.2025.

Техника и технологии

УДК 727.1
ГРНТИ 49.01.82

Быкова Г. И., Бабурина Н. Д.

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Модульное строительство школ

Аннотация. Статья посвящена модульному строительству образовательных учреждений. В рамках статьи анализируются пересмотр в сфере модульного строительства и быстровозводимых зданий, чтобы избежать дефицита образовательных учреждений в России. Рассматриваются примеры успешных проектов, таких как школа из блок-моделей от компании Elmaco и проект учебного заведения Polegate. В завершении делается вывод о том, что быстровозводимые здания сокращают время на строительство, увеличивается функциональность помещений и повысит качество спроектированных школ. Это повысит удовлетворенность и доступность для людей, что положительно скажется на финансовых результатах.

Ключевые слова: Модульное строительство, быстровозводимые здания, экономическая эффективность модульных технологий, инновационная среда обучения, улучшение учебного процесса, современное строительство.

Bykova G. I., Baburina N. D.

Modular school construction

Abstract. The article is devoted to the modular construction of educational institutions. The article analyzes the revision in the field of modular construction and prefabricated buildings in order to avoid a shortage of educational institutions in Russia. Examples of successful projects are considered, such as a school made of block models from Elmaco and the Polegate educational institution project. In conclusion, it is concluded that prefabricated buildings reduce construction time, increase the functionality of premises and improve the quality of designed schools. This will increase satisfaction and accessibility for people, which will have a positive impact on financial results.

Keywords: Modular construction, prefabricated buildings, cost-effectiveness of modular technologies, innovative learning environment, improvement of the educational process, modern construction.

Введение

Модульное строительство школ является эффективным решением для удовлетворения растущего спроса на новые учебные заведения. Возможно построить многоэтажную школу с естественным освещением и общественным пространством для учебы и отдыха школьников.

Такая конструкция отвечает современным требованиям архитектуры и дизайна, комфорта и функциональности, энергоэффективности и

экологичности. Существуют проблемы снижения затрат и воздействия на окружающую среду, а также сроков реализации проекта, что сегодня очень важно для строительных компаний. В этой связи России стоит обратить внимание на современную строительную систему как на один из подходов к решению проблемы дефицита новых образовательных учреждений.

Модульное строительство школ

Модульное строительство — это метод, при котором здание создается из ранее подготовленных блоков (модулей). Они производятся на заводе в контролируемой среде, что позволяет добиться высокого качества сборки и значительно ускорить процесс строительства на месте.

Ключевой особенностью модульного строительства является то, что большинство компонентов здания, включая электрику, сантехнику и отделку, уже интегрированы в модули на производственном этапе. После изготовления модули транспортируются на строительный участок, где они соединяются с другими модулями, быстро образуя готовое здание [2].

Существуют два типа объектов:

- Перемещаемые (портативные) — это модули, которые могут быть частично или полностью собраны, соединяются между собой и устанавливаются на временное основание;
- Постоянные сооружения — это комплекты, содержащие все необходимые детали, такие как предварительно вырезанные полы и стены, которые перевозятся и собираются на постоянном фундаменте.

С использованием блок-модулей можно быстро возвести небольшое образовательное учреждение. Эти решения особенно востребованы в условиях стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций, когда необходимо быстро создать временные классы для обучения детей.

Экологическая и экономическая результативность модульных технологий

Модульное строительство предлагает множество преимуществ, включая сокращение времени на строительной площадке и снижение транспортных потоков, что в свою очередь уменьшает влияние на окружающую среду и местные сообщества. Основная часть работ выполняется на заводе, что снижает вероятность задержек из-за погодных условий.

Сборные элементы производятся на заводе, что гарантирует последовательность и контроль в процессе изготовления. Завершенные компоненты собираются и монтируются на строительной площадке, а затем по одному перемещаются в окончательное положение с помощью кранов. Соединения могут быть закреплены болтами, сварены или заполнены бетоном, а швы герметизируются. Каркас контейнера может быть выполнен из металла, дерева или железобетона.

Быстровозводимые школы строятся из высококачественных материалов, которые выбираются с учетом назначения здания.

Школьные здания модульного типа:

- оснащены информационно-коммуникационными системами;
- превышают базовые стандарты защиты от экстремальных условий на объекте, включая ветер, сейсмическую активность и снег, что позволяет устанавливать модули в различных регионах.;
- соответствуют требованиям инновационной образовательной среды, стандартам качества проектирования учебных помещений и критериям атмосферной устойчивости.

Плюсы модульного строительства образовательных учреждений

- легкость установки и разборки;
- высокая скорость возведения;
- возможность перемещения конструкции;
- соответствие санитарным и противопожарным стандартам и требованиям
- Строительство школ с применением блочно-модульной технологии активно развивается в малонаселенных регионах. В течение короткого времени можно возвести классную комнату на 30 учеников с возможностью дальнейшего расширения, поскольку все блоки функциональны и могут быть интегрированы в уже существующее модульное учебное заведение. Кроме того, блочно-модульные конструкции пользуются популярностью в многопрофильных образовательных учреждениях в Москве и Подмосковье.
- Этот подход к проектированию разделяет пространство на различные зоны: учебную, творческую, спортивную и столовую. Возможно приобретение дополнительных классов, учительских, столовых или спортивных залов. Руководство образовательных учреждений может арендовать временные блоки-кабинеты для быстрого увеличения пропускной способности или для отказа от сменного обучения.
- Благодаря унифицированным размерам модулей, блоки можно комбинировать в сложные строительные конструкции. Школа может состоять из одно- и двухкомнатных блоков, а также из комплекса учебных классов.

Школа, построенная из быстро возводимых модульных конструкций, может включать:

- холл;
- туалеты;
- административные школьные кабинеты;
- кафетерии;
- общежития;
- раздевалки;
- помещения для хранения инвентаря;

- пункты медицинской помощи;
- учительские комнаты.

Корпуса могут быстро изменяться, расширяться, перемещаться и разбираться. Эта характеристика особенно полезна для увеличения числа зданий или создания временных помещений на новом школьном участке [1].

Вы можете интегрировать современные образовательные технологии в объекты при проектировании помещений и разработать план взаимодействия учащихся с школьным оборудованием. Это даст возможность заранее продумать алгоритм работы в классе на начальном этапе.

Требования к быстровозводимым зданиям для образовательных учреждений

Школа, построенная из блок-модулей, даже если она временная, должна соответствовать санитарным нормам СанПиН_2.4.2.2821-10, которые предъявляются к таким сооружениям. Эти нормы строго определяют допустимые планировки здания (размеры кабинетов и коридоров, расположение санузлов и другие аспекты), а также требования к освещению, водоснабжению и канализации. Поэтому инженерам необходимо уделить особое внимание разработке проекта. В процессе разработки таких проектов особое внимание уделяется безопасности учеников на территории школы, скорости эвакуации людей, инсоляции классов, полноценности учебного процесса, а также созданию условий для развития и отдыха [3].

Школа, построенная из блок-модулей компании Elmaso.

Elmaso предлагает оперативное и качественное строительство модульных школ по индивидуальным проектам. В кратчайшие сроки разрабатывается проект с использованием модульной технологии, учитывающей потребности заказчика, после чего изготавливаются конструктивные элементы, и осуществляется монтаж школьного здания на отведённой площадке. (см. рис. 1). Для того чтобы подготовить школу к приему учеников, достаточно лишь подключить здание к необходимым коммуникациям [5].



Рисунок. 1 Школа из блок-модулей от Elmaso

Проект учебного заведения Polegate

Школа Polegate в Восточном Суссексе готовится к важным изменениям благодаря внедрению модульного строительства (см. рис. 2). Этот инновационный проект стал ответом на потребность в расширении и улучшении учебной среды. В рамках программы развития было принято решение возвести новое главное здание, которое будет включать рецепцию, классы и просторный школьный зал, предназначенный для занятий физкультурой и использования в качестве столовой, с применением модульных технологий [4].



Рисунок. 2 Проект школы Polegate

Выводы

Перенос строительства школьных зданий на завод является смелым и амбициозным шагом. Это шаг к современному подходу при возведении зданий и использованию возможностей создания более качественно спроектированных, скоординированных и готовых к эксплуатации школ. В

долгосрочной перспективе стандартизация учебных помещений откроет новые горизонты: функциональность помещений увеличится, появятся зоны для совместной работы, самообразования, встреч, отдыха и развлечений. Кроме того, архитекторы уже продемонстрировали успешность этого метода в проектировании новых школ.

Список литературы

1. Рыбакова А.О. Анализ особенностей проектирования на основе применения модульных элементов максимальной готовности // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 11. №2. URL: nsojournal.ru DOI: 10.22227/2305-5502.2021.2.5. (дата обращения: 14.01.2025)
2. Рахметова А.Ш. Особенности строительства модульных сооружений // Актуальные научные исследования в современном мире. № 10(78), ч. 4, С. 10-12.
3. Сычев С.А. Нормативно-технологическое обеспечение процесса монтажа быстровозводимых модульных зданий (хронометражные исследования) // Региональная архитектура и строительство. 2015. № 3(24). С. 49-54
4. Модульное строительство в образовании: проект школы Polegate [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elmaco.ru/articles/modulnoe-stroitelstvo-v-obrazovanii-proekt-shkolyi-polegate> (дата обращения: 14.01.2025)
5. Спортзал для школы из контейнеров в Лондоне [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elmaco.ru/articles/sportzal-dlya-shkolyi-iz-kontejnerov-v-londone> (дата обращения: 14.01.2025)

УДК 624.159

Преснов О. М., Хорошев В. А.

Красноярский железнодорожный институт, Красноярск, Россия

Влияние геологических факторов на поведение свайных фундаментов в слабых грунтах

Аннотация: Статья посвящена исследованию влияния геологических факторов на поведение свайных фундаментов, возводимых на слабых грунтах. Проведен анализ основных геологических условий, оказывающих существенное воздействие на несущую способность и деформационные характеристики свай. Рассмотрены механизмы взаимодействия свай и окружающего грунта, а также методы учета геологических факторов при проектировании и строительстве свайных фундаментов. Полученные результаты могут быть использованы для повышения надежности и долговечности зданий и сооружений, возводимых на сложных грунтах.

Ключевые слова: слабые грунты, свайный фундамент, геологические факторы, несущая способность, деформации, инженерно-геологические изыскания.

Presnov O. M., Khoroshev V. A.

Influence of geological factors on the behavior of pile foundations in soft soils

Abstract: The article is devoted to the study of the influence of geological factors on the behavior of pile foundations built on weak soils. The analysis of the main geological conditions that have a significant impact on the bearing capacity and deformation characteristics of piles is carried out. The mechanisms of interaction between piles and the surrounding soil, as well as methods for taking into account geological factors in the design and construction of pile foundations, are considered. The results obtained can be used to increase the reliability and durability of buildings and structures erected on difficult soils.

Keywords: weak soils, pile foundation, geological factors, bearing capacity, deformations, engineering and geological surveys.

Введение

Строительство на слабых грунтах сопряжено со значительными трудностями, обусловленными низкой несущей способностью и высокой сжимаемостью таких грунтов. Использование свайных фундаментов является одним из наиболее распространенных способов решения этой проблемы. Однако, эффективность свайных фундаментов напрямую зависит от геологических условий площадки строительства. Неправильный учет геологических факторов может привести к снижению несущей способности, неравномерным осадкам и, как следствие, к аварийным ситуациям. Целью данной статьи является анализ влияния геологических факторов на поведение свайных фундаментов в слабых грунтах, а также рассмотрение механизмов их воздействия на несущую способность и деформации свай.

Геологические факторы, влияющие на поведение свайных фундаментов

Тип грунта и его состав: Различные типы слабых грунтов (глинистые, торфяные, илистые) имеют различные физико-механические свойства, которые напрямую влияют на несущую способность и деформации свай. Так, глинистые грунты характеризуются высокой сжимаемостью, а торфяные – низким сопротивлением сдвигу.

Слоистость и неоднородность грунтов: Наличие слоев различных грунтов с разными характеристиками может привести к неравномерному распределению напряжений и деформаций вокруг свай.

Уровень грунтовых вод и гидрогеологические условия: Наличие воды снижает прочность грунта и может вызывать разуплотнение и набухание глинистых грунтов, а также коррозию материалов свай.

Наличие органических включений: Органические включения (торф, растительные остатки) ухудшают физико-механические характеристики грунта, увеличивают его сжимаемость и могут вызывать процессы разложения, приводящие к осадкам.

Пластичность и текучесть грунтов: Высокая пластичность и текучесть грунтов приводят к ползучести и длительным деформациям свайного фундамента.

Наличие карстовых полостей и зон разуплотнения: Наличие карстовых полостей и зон разуплотнения значительно снижает несущую способность грунтов и может вызывать внезапные провалы и деформации.

Сейсмическая активность района: В сейсмически активных районах необходимо учитывать динамическое воздействие на свайный фундамент и возможность возникновения разжижения грунта.

Влияние геологических факторов на несущую способность и деформации свай

- **Снижение несущей способности:** Одним из наиболее значительных геологических факторов, влияющих на несущую способность свай, является наличие слабых грунтов. К таким грунтам относятся торфяные и иловатые отложения, характеризующиеся низкой плотностью, высокой сжимаемостью и малым сопротивлением сдвигу. Использование свай в таких грунтах приводит к значительному снижению их несущей способности как по боковой поверхности, так и по острию. Это связано с тем, что слабые грунты не способны обеспечить достаточную поддержку свае, и большая часть нагрузки передается на нижележащие, более прочные слои. В результате, свая может не выдержать проектную нагрузку, что приведет к деформациям и повреждениям сооружения. Кроме того, как показывает практика, снижение несущей способности также происходит у боковых поверхностей свай.

- **Увеличение осадок:** Высокая сжимаемость слабых грунтов является причиной значительных осадок свайного фундамента. Сжимаемость грунта определяет, насколько сильно он деформируется под воздействием нагрузки. Слабые грунты, такие как торф и ил, обладают очень высокой

сжимаемостью, что означает, что они сильно деформируются даже под небольшой нагрузкой. Эти осадки могут быть неравномерными, приводя к кренам и повреждениям сооружений. Неравномерные осадки возникают из-за неоднородности грунтов на площадке строительства, что приводит к разной степени деформации основания под различными частями сооружения.

- **Развитие горизонтальных деформаций:** Наличие слоистых и неоднородных грунтов приводит к неравномерному распределению напряжений и развитию горизонтальных деформаций свай. Слоистые грунты характеризуются чередованием слоев с разными физико-механическими свойствами, что приводит к различной степени деформации под нагрузкой. Неоднородные грунты, в свою очередь, имеют случайное распределение различных типов грунтов, что также приводит к неравномерным деформациям. Горизонтальные деформации свай могут вызывать дополнительные напряжения в конструкции сооружения и приводить к ее повреждению.

- **Уменьшение сопротивления сдвигу:** Повышенная влажность, органические включения и пластичность грунтов приводят к снижению сопротивления сдвигу грунта, что негативно сказывается на несущей способности свай. Сопротивление сдвигу — это способность грунта сопротивляться деформациям, вызванным касательными напряжениями. Повышенная влажность увеличивает поровое давление в грунте, что снижает эффективное напряжение и, следовательно, уменьшает сопротивление сдвигу. Органические включения, такие как торф и ил, также снижают сопротивление сдвигу, поскольку они обладают низкой прочностью и высокой сжимаемостью. Пластичные грунты, такие как глина, легко деформируются под нагрузкой, что также приводит к снижению сопротивления сдвигу.

- **Потеря устойчивости:** В сейсмически активных районах и при наличии разжижающихся грунтов, свайный фундамент может потерять устойчивость. Разжижение грунта — это процесс, при котором грунт теряет свою прочность и переходит в состояние, близкое к жидкости, под воздействием динамических нагрузок, таких как землетрясения. Это явление особенно опасно для свайных фундаментов, поскольку приводит к резкому снижению их несущей способности и потере устойчивости. Для предотвращения потери устойчивости свайных фундаментов в сейсмически активных районах необходимо проводить специальные расчеты и применять конструктивные решения, обеспечивающие их устойчивость к динамическим нагрузкам.

- Учет тиксотропных эффектов в грунтах, окружающих сваю, также важен при проектировании свайных фундаментов. Прочностные характеристики грунта могут быть восстановлены только спустя значительный промежуток времени после устройства свайного фундамента

Методы учета геологических факторов при проектировании

Учет геологических факторов является важнейшим и, без преувеличения, основополагающим этапом проектирования свайных фундаментов. Недооценка или пренебрежение детальным изучением геологических условий строительной площадки может привести к серьезным ошибкам в расчетах, выбору неподходящего типа свай, и, как следствие, к значительным финансовым потерям, задержкам в строительстве, а в худшем случае - к аварийному состоянию или даже разрушению возведенного сооружения

Этап учета геологических факторов – это не просто формальность, а комплексная и многогранная задача, требующая привлечения квалифицированных специалистов, использования современного оборудования и применения передовых методов анализа. Он включает в себя следующие ключевые мероприятия, каждое из которых вносит свой вклад в создание надежного и долговечного свайного фундамента:

Тщательные инженерно-геологические изыскания. Выбор оптимального типа свай. Расчет несущей способности с учетом геологических факторов. Прогнозирование осадок и деформаций. Учет динамических нагрузок. Усиление грунтов

1. Улучшенные материалы для свай:

Композитные сваи на основе полимеров и армирующих волокон: Традиционные материалы для свай, такие как сталь и железобетон, обладают рядом недостатков, включая подверженность коррозии, большой вес и высокую стоимость. Композитные материалы, напротив, обладают высокой прочностью, легкостью и устойчивостью к агрессивным средам. Использование полимерных матриц, армированных углеродными, стеклянными или базальтовыми волокнами, позволяет создавать сваи с заданными свойствами, оптимизированными для конкретных геологических условий. Такие сваи могут применяться в морских и прибрежных зонах, где высока опасность коррозии, а также в районах с агрессивными грунтовыми водами.

Сваи с покрытием из наноматериалов: Нанесение на поверхность свай тонких пленок из наноматериалов позволяет значительно улучшить их эксплуатационные характеристики. Например, нанопокрытия могут повысить устойчивость к коррозии, снизить трение при погружении, увеличить адгезию к грунту и придать сваям антибактериальные свойства. Использование наночастиц диоксида титана (TiO_2) может обеспечить фотокаталитическую защиту от органических загрязнений, что особенно актуально для свай, используемых в экологически чувствительных зонах.

Биокомпозитные сваи: Разработка биокомпозитных материалов для свай является перспективным направлением, сочетающим экологичность и высокие технические характеристики. В качестве матрицы могут использоваться биоразлагаемые полимеры, армированные натуральными

волоконными (лен, конопля, джут). Такие сваи могут применяться в проектах, где предъявляются повышенные требования к экологической безопасности.

2. Усовершенствованные технологии погружения и устройства свай:

Вибропогружение с динамическим контролем: Традиционное вибропогружение свай может приводить к излишнему уплотнению грунта и негативному воздействию на окружающие здания и сооружения. Использование систем динамического контроля позволяет оптимизировать параметры вибропогружения (частоту, амплитуду, силу) в реальном времени, минимизируя вибрационное воздействие и обеспечивая эффективное погружение свай в различных типах грунтов.

Технология инъекционного усиления грунта вокруг свай: Для повышения несущей способности свай и уменьшения осадок может применяться технология инъекционного усиления грунта. Она заключается в нагнетании в грунт вокруг сваи специальных растворов (цементных, полимерных, геополимерных), которые укрепляют грунт и увеличивают его сопротивление сдвигу. Эта технология особенно эффективна для слабых и рыхлых грунтов.

Буроинъекционные сваи с расширением основания: Буроинъекционные сваи изготавливаются путем бурения скважины и последующего заполнения ее бетоном или цементным раствором. Для увеличения несущей способности таких свай может применяться технология расширения основания. Она заключается в создании уширения в нижней части сваи путем механического расширения или инъекции расширяющихся растворов.

Использование роботизированных систем для погружения свай: Автоматизация процесса погружения свай позволяет значительно повысить производительность, точность и безопасность работ. Роботизированные системы могут выполнять все этапы погружения свай, начиная от установки сваи в проектное положение и заканчивая контролем качества выполненных работ.

3. Интеллектуальные системы мониторинга и управления:

Системы мониторинга на основе IoT (Интернет вещей): Разработка и внедрение систем мониторинга на основе IoT позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние свайных фундаментов, выявлять дефекты и прогнозировать их развитие. На сваи устанавливаются датчики, измеряющие деформации, напряжения, температуру, влажность и другие параметры. Данные с датчиков передаются по беспроводной сети в центральный пункт управления, где они анализируются и используются для принятия решений о необходимости проведения ремонтных работ.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) для анализа геологических данных: Анализ больших объемов геологических данных, полученных в результате инженерных изысканий, является сложной и трудоемкой задачей. Использование ИИ и МО позволяет автоматизировать этот процесс, выявлять скрытые закономерности и

прогнозировать поведение грунтов под нагрузкой. Это позволяет более точно определять несущую способность свай, прогнозировать осадки и деформации и оптимизировать проектные решения.

Системы управления строительством с применением BIM-технологий: BIM-технологии (Building Information Modeling) позволяют создавать трехмерные модели сооружений, содержащие всю информацию об объекте, включая геологические данные, конструктивные решения, инженерные системы и т.д. Интеграция данных геологических изысканий в BIM-модели позволяет визуализировать геологические условия площадки строительства, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать проектные решения на ранних стадиях проектирования.

4. Улучшенные методы укрепления грунтов:

Геополимерное закрепление грунтов: Геополимеры представляют собой класс неорганических полимеров, обладающих высокой прочностью, устойчивостью к высоким температурам и агрессивным средам. Использование геополимеров для закрепления грунтов позволяет значительно улучшить их физико-механические свойства, повысить несущую способность и уменьшить деформации.

Биологическое закрепление грунтов (биоцементация): Биоцементация - это экологически безопасный метод укрепления грунтов, основанный на использовании микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности выделяют карбонат кальция (CaCO_3), цементирующий частицы грунта. Этот метод позволяет улучшить прочностные характеристики грунтов, снизить их проницаемость и повысить устойчивость к эрозии.

Укрепление грунтов с использованием нанотехнологий: Введение в грунт наночастиц (например, наноглины, нанокремнезема) позволяет улучшить его структуру, повысить прочность и уменьшить проницаемость. Наночастицы заполняют поры между частицами грунта, увеличивая плотность и уменьшая водопроницаемость.

Комбинированные методы укрепления: Для достижения максимального эффекта может применяться комбинация различных методов укрепления грунтов. Например, геополимерное закрепление может сочетаться с армированием геосинтетическими материалами, а биоцементация - с использованием органических добавок.

5. Инновации в геотехнических исследованиях:

3D-моделирование геологических условий: Создание трехмерных моделей геологических условий площадки строительства позволяет более точно оценить распределение различных типов грунтов, выявить наличие слабых зон и прогнозировать поведение грунтов под нагрузкой. Для создания 3D-моделей могут использоваться данные бурения, геофизических исследований и дистанционного зондирования.

Применение геофизических методов: Геофизические методы (сейсморазведка, электроразведка, георадарное обследование) позволяют получить информацию о геологическом строении площадки строительства без проведения буровых работ. Эти методы особенно эффективны для обследования больших территорий и выявления скрытых геологических аномалий.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для обследования площадки: БПЛА, оснащенные фото- и видеокамерами, позволяют быстро и эффективно обследовать площадку строительства, получить высокоточные ортофотопланы и цифровые модели рельефа. Эти данные могут использоваться для создания 3D-моделей геологических условий и планирования буровых работ.

Заключение

Геологические факторы оказывают существенное влияние на поведение свайных фундаментов, возводимых на слабых грунтах. Неправильный учет этих факторов может привести к снижению несущей способности, значительным деформациям и аварийным ситуациям. Проведенный анализ показывает важность проведения тщательных инженерно-геологических изысканий, выбора оптимального типа свай, учета геологических условий при расчете несущей способности и деформаций, а также применения методов укрепления слабых грунтов. Результаты данной работы могут быть использованы для повышения надежности и долговечности зданий и сооружений, возводимых на сложных геологических площадках.

Список литературы

1. Справочник геотехника. Под ред. Петрухина В.П. – СПб.: Изд-во АСВ, 2015. – 728 с.
2. Золотарев Г.С. Механика грунтов. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 320с.
3. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высшая школа, 1979. – 448 с.
4. Зеленский В.В., Кириллов А.Д. Торфяные основания сооружений. – М.: Стройиздат, 1988. – 160 с.
5. Дальматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – СПб.: Издательство Лань, 2011. – 304 с.
6. Никитин Н.В., Лapidус А.С., Пермяков М.В. Карстовые процессы и инженерная геология. – М.: Изд-во МГГУ, 2012. – 376 с.
7. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. – М.: Минстрой России, 1995.
8. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 424 с.
9. СП 22.13330.2011 "Основания зданий и сооружений".
10. СП 22.13330.2016 "Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования".

УДК 621.3

Галушко М. Е., Дашков М. А.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС),
Екатеринбург, Россия*

Сравнительный анализ электродвигателей, применяемых на предприятии ОАО РЖД

Аннотация. В статье рассмотрены основные типы электродвигателей, применяемые на предприятиях ОАО РЖД, с особым вниманием к моделям, произведённым компаниями Siemens и ABB. Проанализированы технические характеристики этих двигателей, включая мощность, частоту вращения, энергоэффективность и степень защиты. Рассмотрены их применения в станочном оборудовании, а также влияние на производственные процессы. Оценены преимущества и недостатки каждого из двигателей с точки зрения их эксплуатации в условиях ремонта и обслуживания. На основе проведённого анализа выявлены ключевые факторы, влияющие на выбор электродвигателя для предприятий с различными требованиями к мощности и производительности. Статья может быть полезна для специалистов, занимающихся выбором и обслуживанием электродвигателей в промышленных и производственных условиях, а также для студентов, изучающих теорию и практику применения электродвигателей в промышленности.

Ключевые слова: электродвигатели, мощность, частота, энергоэффективность, производительность, степень защиты, надёжность, долговечность, стоимость, сервисное обслуживание.

Galushko M. E., Dashkov M. A.

Comparative analysis of electric motors used at the enterprise of JSC Russian Railways

Abstract. The article considers the main types of electric motors used at the enterprises of JSC Russian Railways, with special attention to the models produced by Siemens and ABB. The technical characteristics of these motors are analyzed, including power, speed, energy efficiency and protection level. Their applications in machine tools, as well as the impact on production processes are considered. The advantages and disadvantages of each motor are assessed from the point of view of their operation under repair and maintenance conditions. Based on the analysis, the key factors influencing the choice of an electric motor for enterprises with different requirements for power and performance are identified. The article may be useful for specialists involved in the selection and maintenance of electric motors in industrial and production conditions, as well as for students studying the theory and practice of using electric motors in industry.

Key words: Electric motors, power, frequency, energy efficiency, performance, protection class, reliability, durability, cost, maintenance service.

Цель исследования – провести сравнительный анализ электродвигателей, применяемых в ОАО РЖД. Проблема исследования состоит в том, что современные электродвигатели, используемые в железнодорожном транспорте, должны обеспечивать высокую

эффективность, надежность и минимальные эксплуатационные затраты. В то же время, рынок электродвигателей предлагает широкий ассортимент моделей, отличающихся по своим характеристикам, назначению и ценовому сегменту. Это создает определенные трудности при выборе наиболее оптимального варианта для конкретных условий эксплуатации на предприятиях РЖД. Новизна проводимого исследования заключается в комплексном анализе электродвигателей, применяемых в ОАО РЖД, с акцентом на их эффективность, надежность и адаптивность к современным условиям. Исследование включает в себя как теоретическую часть, так и практическое применение полученных данных для оптимизации процессов выбора и эксплуатации электродвигателей на железной дороге [1].

Основными задачами данного исследования являются:

1. Определение типов электродвигателей, применяемых на ОАО РЖД и их характеристик.
2. Сравнительный анализ параметров электродвигателей, таких как мощность, КПД, частота вращения, теплоотвод и стоимость эксплуатации.
3. Оценка соответствия электродвигателей современным требованиям по энергоэффективности и экологии.
4. Выявление преимуществ и недостатков различных видов электродвигателей в контексте их применения в железнодорожной отрасли.
5. Разработка рекомендаций по выбору оптимального типа электродвигателей для применения на определенных участках и условиях эксплуатации.

Электродвигатели являются ключевыми компонентами в станочном, насосном, котельном, пылеулавливающем и другом оборудовании, определяя эффективность и надежность производственных процессов. Рассмотрим и сравним две популярные марки электродвигателей, широко используемых в станках: Siemens и ABB, выбраны для анализа по следующим причинам:

Siemens и ABB — ведущие мировые производители, чья продукция широко используется в промышленности, в том числе в станках для различных целей: резки, сверления, обработки металлов и других материалов. Эти двигатели хорошо зарекомендовали себя в качестве надежных решений.

Для корректного сравнения, электродвигателей по различным параметрам рассмотрим электродвигатели производства Siemens и ABB с одинаковым функционалом, применяемые в станочном оборудовании ремонтного депо СВЖД, с одинаковой мощностью 0,18 кВт, частотой вращения до 3000 об/мин, и степенью защиты IP55[2].

Применимость к задачам малой и средней сложности, эти модели подходят для маломощного оборудования, используемого на предприятиях с невысокими требованиями к нагрузке, что делает их идеальными для анализа в рамках универсального оборудования[5].

При этом, оба двигателя легко доступны в России несмотря на ограничения в поставках. Это значит, что они не только востребованы, но и обеспечены доступными запчастями и сервисной поддержкой.

Сравнительный анализ:

Рассмотрим две однотипные модели от ведущих производителей: Siemens 1LA7 и ABB M2BAX, и сравним их характеристики, преимущества и недостатки.

Электродвигатели Siemens:

Серия 1LA7, предназначенная для решения большинства приводных задач с мощностью от 0,06 до 18,5 кВт и габаритами от 56 до 160.

Преимущества:

- Высокая энергоэффективность: Электродвигатели 1LA7 обладают высоким КПД, что способствует снижению энергопотребления и эксплуатационных расходов [4].
- Надежность и долговечность: Благодаря строгому контролю качества, двигатели Siemens отличаются длительным сроком службы и устойчивостью к перегрузкам.
- Широкий ассортимент и гибкость: Siemens предлагает разнообразные модели, адаптируемые под специфические требования различных отраслей.
- Инновационные технологии: Постоянные инвестиции в исследования обеспечивают передовые решения в области электродвигателей.

Недостатки:

- Стоимость: Высокое качество и надежность продукции Siemens отражаются на ее цене, что может быть существенным фактором при ограниченном бюджете.
- Сложность обслуживания: В некоторых случаях обслуживание и ремонт двигателей Siemens требуют специализированных знаний и оригинальных запчастей, что может увеличить время простоя оборудования [3].

Siemens 1LA7

Электродвигатели Siemens 1LA7 считаются самым востребованным приводным оборудованием в широком перечне отраслей и сфер промышленности. Изучая чертежи оборудования, нельзя не отметить компактность конструкции, что существенно облегчает ее монтаж и установку в тех или иных условиях. Siemens 1LA7 являются оптимальным решением при создании максимально компактных, но надежных проектов. При работе устройство издает минимум шума и вибраций. Пользователь имеет возможность наглядно проследить, как изменение одного показателя, влияет на характеристики другого: масса, габариты модели, особенности конструкции [6].

Двигатели Siemens разработаны с учетом строгих стандартов безопасности и надежности. Они способны функционировать в различных

условиях эксплуатации, что делает их идеальными для использования в рамках крупнейших транспортных систем, таких как ОАО «РЖД». Модели Siemens обеспечивают высокие показатели КПД, что выражается в минимизации затрат на электроэнергию и общей экономии операционных расходов предприятия. Устойчивость к износу, длительный срок службы и простота в техническом обслуживании также являются важными преимуществами. Это особенно актуально для ОАО «РЖД», где простой оборудования могут приводить к значительным финансовым потерям. Большинство моделей Siemens отличаются низким уровнем шума, что актуально для работы в условиях, требующих снижения звуковой нагрузки [9].

Электродвигатели серии 1LA7 от Siemens широко применяются в промышленности благодаря своей надежности и эффективности. Модель 1LA7 обладает следующими характеристиками:

- Мощность: 0,18 кВт
- Частота вращения: 3000 об/мин (2 полюса)
- Напряжение: 230/400 В
- Частота: 50 Гц
- Степень защиты: IP55
- Материал корпуса: Алюминий
- Монтажное исполнение: IMB3 (на лапах)
- Габаритные размеры:
- Высота оси вращения (H): 63 мм
- Длина корпуса (L): 203 мм
- Диаметр вала (D): 11 мм

Преимущества:

- Высокий КПД и экономичное потребление электроэнергии.
- Компактность и легкость благодаря алюминиевому корпусу.
- Универсальность применения в различных отраслях промышленности [8].

- Высокая надежность и длительный срок службы.

Недостатки:

- Сложность ремонта и обслуживания, так как требуются оригинальные запчасти.
- Стоимость может быть выше по сравнению с аналогичными моделями других производителей.
- Чувствительность к перегрузкам, хотя Siemens заверяет о высокой надёжности, в некоторых случаях они менее устойчивы к перегрузкам.



Общий вид двигателя 1LA7 от Siemens

Электродвигатели АВВ:

АВВ, также являющаяся одним из лидеров в производстве электротехнического оборудования, предлагает широкий выбор электродвигателей как для промышленного, так и бытового назначения. Двигатели АВВ обрели популярность благодаря своей надежности и высокой производительности[7].

Компания АВВ также является ведущим производителем электродвигателей, предлагая решения для различных промышленных применений. Ассортимент включает двигатели с мощностью от 0,06 до 1000 кВт, предназначенные для работы в различных условиях.

Преимущества:

- Высокая производительность: Двигатели АВВ обеспечивают стабильную работу при различных нагрузках, что важно для станочного оборудования[10].
- Энергоэффективность: АВВ предлагает двигатели с высоким КПД, соответствующие современным стандартам энергоэффективности.
- Надежность: Двигатели АВВ разработаны для работы в тяжелых условиях, обеспечивая длительный срок службы и минимальные простои.
- Глобальная поддержка: Широкая сеть сервисных центров АВВ обеспечивает оперативное обслуживание и поддержку клиентов по всему миру.

Недостатки:

- Габариты и вес: В некоторых случаях двигатели АВВ могут иметь большие размеры и вес по сравнению с аналогами, что требует дополнительного пространства для установки.
- Стоимость запасных частей: Оригинальные запчасти АВВ могут быть дороже, что увеличивает расходы на обслуживание[11].

АВВ М2ВАХ

Серия М2ВАХ от АВВ представляет собой асинхронные электродвигатели общего назначения, разработанные для различных

промышленных применений. Модель M2BAX имеет следующие характеристики:

- Мощность: 0,18 кВт
- Частота вращения: 3000 об/мин (2 полюса)
- Напряжение: 230/400 В
- Частота: 50 Гц
- Степень защиты: IP55
- Материал корпуса: Алюминий
- Монтажное исполнение: IMB3 (на лапах)
- Габаритные размеры:
- Высота оси вращения (H): 63 мм
- Длина корпуса (L): 200 мм
- Диаметр вала (D): 11 мм

Преимущества:

- Высокая производительность и надежность в эксплуатации.
- Широкая сеть сервисных центров обеспечивает доступность обслуживания.
- Конкурентоспособная цена при сохранении качества.

Недостатки:

- Может иметь меньший КПД по сравнению с аналогичными моделями.



Общий вид двигателя ABB M2BAX

Основные параметры сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение двигателей

№	Характеристика	Siemens 1LA7	ABB M2BAX
1	Мощность, кВт	0,18	0,18
2	Частота вращения, об/мин	2820	3000
3	Напряжение, В	230/400	230/400
4	Частота, Гц	50	50
5	Степень защиты	IP55	IP55
6	Материал корпуса	Алюминий	Алюминий
7	Монтажное исполнение	На лапах IMB3	B3, B5, B14, B34, B35
8	Высота оси вращения, мм	63	63
9	Длина корпуса, мм	203	200
10	Диаметр вала, мм	11	11
11	КПД, %	63	60
12	Цена, руб.	от 14587 до 30000	от 14000 до 25056

ВВ славится высоким качеством своей продукции, что подтверждается долгим сроком эксплуатации электродвигателей. Это делает их подходящими для интенсивных и длительных циклов работы в условиях ОАО «РЖД». Электродвигатели АВВ имеют прочный корпус и высококачественные составляющие, что делает их устойчивыми к внешним воздействиям и потенциальным авариям. Все двигатели соответствуют международным стандартам качества и электробезопасности, что крайне важно для обеспечения безопасной работы на объектах railway или связанные с высокой степенью ответственности.

Выводы

Таким образом, сравнительный анализ электродвигателей, применяемых на предприятиях ОАО РЖД, требует систематического подхода с учетом технических, экономических и экологических аспектов. Понимание сильных и слабых сторон различных практик позволяет не только оптимизировать текущие процессы, но и формировать стратегические решения по модернизации подвижного состава и сопутствующего оборудования. Важным шагом в этом направлении будет дальнейшее исследование и тестирование новейших технологий, а также сбор данных о реальной работе двигателей. Обе модели являются качественными решениями для применения в станочном оборудовании с невысокими требованиями к мощности. Siemens 1LA7 выделяется немного высоким КПД и надежностью, однако имеет более высокую цену. АВВ M2BAX предлагает конкурентоспособную стоимость и широкую сеть обслуживания, но может уступать в эффективности [12].

Выбор между этими моделями следует делать, исходя из приоритетов: если важна энергоэффективность и надежность — предпочтителен Siemens; если же бюджет и доступность обслуживания являются ключевыми факторами — стоит рассмотреть АВВ.

Список литературы

1. Моисеев, В. И. Расчет тепловой модели вагона-цистерны для перевозки нефтепродуктов / В. И. Моисеев, А. В. Жебанов. - Текст : непосредственный // Известия Транссиба. - 2021. - № 1 (45). - С. 85 - 95.
2. Худогов, А. М. Больше внимания изоляционным конструкциям двигателей / А. М. Худогов, Е. Ю. Дульский, В. Н. Иванов. - Текст : непосредственный // Локомотив. - 2018. - № 7. - С. 36 - 37.
3. Анализ эксплуатационной надежности тяговых электрических двигателей локомотивов ОА "Узбекистон темир йуллари" // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Файзибаев Ш.С. [и др.]. 2022. 4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13396> (дата обращения: 05.02.2025).
4. Шульга Р. Н., Тяговые электродвигатели и привода электровозов. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2023;7.
5. Ле Суан Хонг, Чан Ба Ле Хоанг. Сравнительный анализ систем управления тягового электропривода электроподвижного состава с тяговыми машинами постоянного тока // Изв. ТулГУ. – 2021. – Вып. 11.
6. Зозулин Д.В. Разработка программного обеспечения и электронной части промышленного дельта-робота на приводах abb / Д.В. Зозулин, О.В. Толстель, М.В. Тарачков [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №7 (145). — URL: <https://research-journal.org/archive/7-145-2024-july/10.60797/IRJ.2024.145.83> (дата обращения: 05.02.2025). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.145.83
7. Бортник, И. М. Основы современной энергетики том 2 [Текст] : учебник для вузов / И. М. Бортник [и др.] ; под ред. А. П. Бурмана и В. А. Строева. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : МЭИ, 2008 – 632 стр.
8. Механические и электрические характеристики асинхронных электродвигателей // Электрик Инфо [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/school/1159-harakteristiki-asinhronnyhelektrodvigateliy.html>.
9. Смирнов П.П. Сравнительный анализ контроллеров Siemens для робототехнических систем / П.П. Смирнов, Н.Н. Иванов // Международная конференция по робототехнике (ICRA). — 2023. — С. 5
10. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод – Москва: Академия, 2004 – 265 с.
11. Ерыгин В. Д. Обзор современных электродвигателей // Актуальные исследования. 2024. №2 (184). Ч.І.С. 23-25. URL: <https://apni.ru/article/8140-obzor-sovremennikh-elektrodvigateliy>
12. Лобзин, С.А. Электрические машины: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.А. Лобзин. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 336 с.

Информация об авторах:

Галушко Милана Евгеньевна студент 3-го курса, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), Екатеринбург, Россия

Дашков Максим Андреевич, студент 3-го курса, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), Екатеринбург, Россия

Научный руководитель: Чебаков Сергей Алексеевич - старший преподаватель кафедры «Электрические машины», ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), Екатеринбург, Россия

Galushko Milana Evgenievna, 3rd year student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Transport University" (USTU), Yekaterinburg, Russia

Dashkov Maksim Andreevich, 3rd year student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Transport University" (USTU), Yekaterinburg, Russia

Scientific Supervisor: Chebakov Sergey Alekseevich - Senior Lecturer, Department of Electrical Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Transport University" (USTU), Yekaterinburg, Russia

УДК 621.646

Саяпов А. В., Барахнина В. Б., Исмагилов М. И.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Современные методы дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов

Аннотация: Статья посвящена анализу современных методов дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов, выявлению положительных и отрицательных свойств данных методов, влиянию их на причины аварий на магистральных газопроводах, а также применению их в отечественной практике. Основными задачами эксплуатирующей организации магистральных газопроводов являются обеспечение безопасности при эксплуатации объектов магистрального газопровода, поддержание надлежащего технического состояния объектов магистрального газопровода, своевременное устранение выявленных в процессе эксплуатации дефектов и отказов в целях предупреждения и предотвращения возникновения и развития аварий, внедрение новых технологий, высокоэффективного оборудования, научной организации труда. Однако, в современной практике очень малое внимание уделяется внедрению передовых технологий касемо средств дистанционного контроля состояния запорной арматуры газопроводов, в состав которой входят краны или задвижки с запорным органом (затвором), а также контроля рабочих параметров исполнительных механизмов запорной арматуры.

Ключевые слова: магистральный газопровод, запорная арматура

Sayapov A. V., Barakhnina V. B., Ismagilov M. I.

Modern methods of remote monitoring of the state of shut-off valves of main gas pipelines

Abstract: The article is devoted to the analysis of modern methods of remote monitoring of the state of shut-off valves of main gas pipelines, identification of positive and negative properties of these methods, their influence on the causes of accidents on main gas pipelines, as well as their application in domestic practice. The main tasks of the operating organization of main gas pipelines are to ensure safety during operation of main gas pipeline facilities, maintain proper technical condition of main gas pipeline facilities, timely eliminate defects and failures identified during operation in order to prevent the occurrence and development of accidents, introduce new technologies, highly efficient equipment, and scientific organization of labor. However, in modern practice very little attention is paid to the introduction of advanced technologies regarding the means of remote monitoring of the state of shut-off valves of gas pipelines, which include taps or gate valves with a shut-off element (shutter), as well as monitoring the operating parameters of the actuators of the shut-off valves.

Key words: main gas pipeline, shut-off valves

Статистика аварий на магистральных газопроводах является важным инструментом для анализа эффективности методов дистанционного контроля состояния запорной арматуры. Аварии на газопроводах могут иметь

серьезные последствия, такие как потери жизней, материальные убытки и негативное воздействие на окружающую среду.

Анализ статистических данных по авариям на магистральных газопроводах позволяет выявить основные причины и факторы, способствующие возникновению аварий. Одним из самых распространенных причин является неисправность или неправильная работа запорной арматуры.

С помощью сбора и анализа данных по авариям можно определить частоту и распределение возникновения аварийных ситуаций на магистральных газопроводах. Это позволяет выявить тенденции и установить приоритеты в разработке и применении методов дистанционного контроля состояния запорной арматуры. Например, если статистика показывает, что большинство аварий вызвано поломками определенного типа клапанов, то необходимо уделить особое внимание контролю работы и обслуживанию этой категории запорной арматуры [1, с. 23].

Кроме того, анализ статистики позволяет оценить эффективность применяемых методов дистанционного контроля состояния запорной арматуры. Если данные показывают, что аварии происходят несмотря на использование существующих методов контроля, это может свидетельствовать о необходимости внесения изменений или разработке новых подходов к обслуживанию и мониторингу запорной арматуры.

Системы АСДУК

Автономные системы управления двигателями (АСДУК) доступны в двух вариантах для различных типов приводов:

- АСДУК-П предназначен для дистанционного управления шаровыми кранами диаметром от 300 до 1400 мм с пневмогидравлическим приводом 24В.
- АСДУК-Э предназначен для дистанционного управления шаровыми кранами диаметром от 50 до 250 мм с электрическим приводом 24В.

Данные управления передаются через беспроводные каналы стандарта GSM 900/1800 или спутниковую связь, с возможностью резервирования каналов связи [2, с. 34].

Системы управления и диспетчеризации аварийно-спасательных работ (АСДУК) обеспечивают следующие функции:

- отслеживание работы технического оборудования;
- безопасную работу кранов и охрану объекта;
- контроль аварийных ситуаций;
- быструю передачу информации диспетчерам при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- оперативное реагирование на аварийные ситуации на основе данных, поступающих на пульт управления.

Система АСДУЗУ

Система дистанционного управления запорными устройствами (СДУЗУ) — это информационно-измерительная система, которая включает в себя различные компоненты, такие как измерительные устройства, контроллеры, средства связи, устройства хранения данных, а также рабочие места на основе компьютеров IBM PC и специализированного программного обеспечения. Вся система распределена по территории для удобного управления запорными устройствами [3, с. 45].

АСДУЗУ предназначена для использования в газовой промышленности в рамках программы по разделению и автоматизации газораспределительной сети высокого давления. Основное экономическое преимущество от применения АСДУЗУ заключается в уменьшении человеческого вмешательства в производственные процессы.

Система автоматизированного управления запорно-регулирующими устройствами (АСДУЗУ) имеет четыре уровня. На первом уровне находятся элементы управления и исполнительные механизмы шаровых кранов. Кроме того, на этом уровне осуществляется телеконтроль и телеуправление, для чего устанавливаются датчики температуры и состояния системы. На втором уровне расположен электропривод с контроллером, который передает информацию о состоянии электропривода [4, с. 63].

На третьем уровне установлен контроллер, который собирает и передает информацию о состоянии датчиков и запорных устройств на четвертый уровень. На четвертом уровне расположено серверное оборудование и специальное программное обеспечение, которое объединяет рабочие места персонала и центральное диспетчерское управление для обработки полученных данных.

Система «Смарт-Мониторинг» для дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов.

Система относится к дистанционному контролю состояния трубопроводной арматуры, а также к контролю рабочих параметров исполнительных механизмов (например, пневмогидравлического привода управления затвором).

В составе системы присутствует минимум один проверочный узел, оснащенный компьютером, способным отображать данные о работоспособности оборудования в цветном виде. Этот узел связан с другими элементами системы, включая подсистему и модуль контрольно-измерительных устройств, а также модуль обработки сигналов (БОС), который способен принимать, фиксировать и анализировать сигналы. Он также осуществляет сопоставление измеренных параметров с предварительно заданными или записанными в его память предельными значениями и передает результаты в контрольный пункт. Данный модуль КИП оснащен минимум двумя датчиками для измерения импульсного

газового давления при работе затвора в режимах открытия и закрытия; звуковой системой контроля за текучестью газа через замок; датчиком, отслеживающим уровень загазованности, для мониторинга возможных утечек газа через соединения корпусов оборудования; а также двумя датчиками для измерения расхода уплотнительного материала с высокой вязкостью, используемого для достижения герметичности в уплотнительных элементах запорной арматуры [5, с. 125].

Эта система обеспечивает безопасность эксплуатации трубопроводной арматуры путем диагностики ее состояния и раннего выявления нарушений герметичности запорного органа. Она позволяет измерять данные о давлении, поступающем в блок оперативного управления затвором, с двух датчиков давления импульсного газа. Также система контролирует уровень загазованности (наличие метана) у корпусных разъемов запорной арматуры.

Система отличается от других тем, что использует специальные приборы, установленные на частях запорной арматуры, чтобы предупреждать о возможных проблемах до того, как они станут критическими. Это позволяет принимать меры заранее, чтобы обеспечить нормальное функционирование запорной арматуры [6, с. 27].

Система позволяет повысить эффективность работы газопровода путем уменьшения времени простоя оборудования, обеспечить безопасность его эксплуатации благодаря быстрой реакции на неисправности на ранней стадии, своевременно проводить диагностику, обслуживание и ремонт, автоматизировать планирование работ с запорной арматурой и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

На рисунке 1 представлен общий вид запорной арматуры с пневмогидравлическим приводом. На рисунках 2 и 3 представлены фронтальная и профильная проекции пневмогидравлического привода трубопроводной запорной арматуры с установленными датчиками, соответственно.

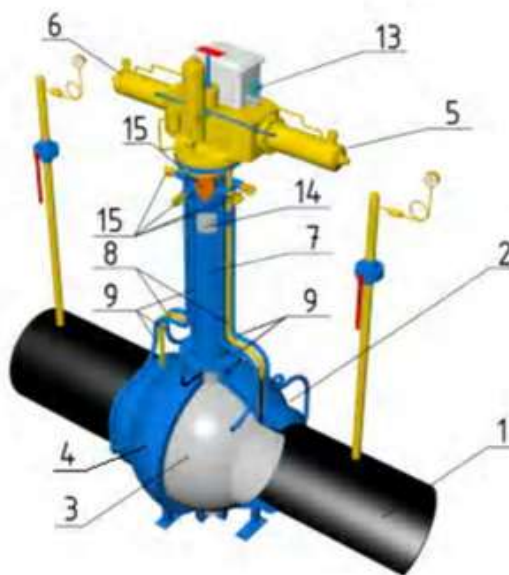


Рисунок 1 - Общий вид запорной арматуры с пневмогидравлическим приводом
1 - магистральный газопровод, 2 - запорная арматура (ЗА), 3 - запорный орган (затвор), 4 - корпус затвора ЗА, 5 - привод управления затвором ЗА, 6 - пневмогидравлический цилиндр привода затвора ЗА, 7 – колонна-удлинитель привода затвора ЗА, 8 - линии подачи управляющей среды (например, газа) пневматической системы привода управления затвором ЗА, 9 - линии принудительного подвода высоковязких материалов к узлу уплотнения затвора ЗА, 13 - датчики давления импульсного газа привода затвора ЗА, 14 - датчик перетока (или акустический датчик, или датчик акустической эмиссии), 15 - датчик загазованности.

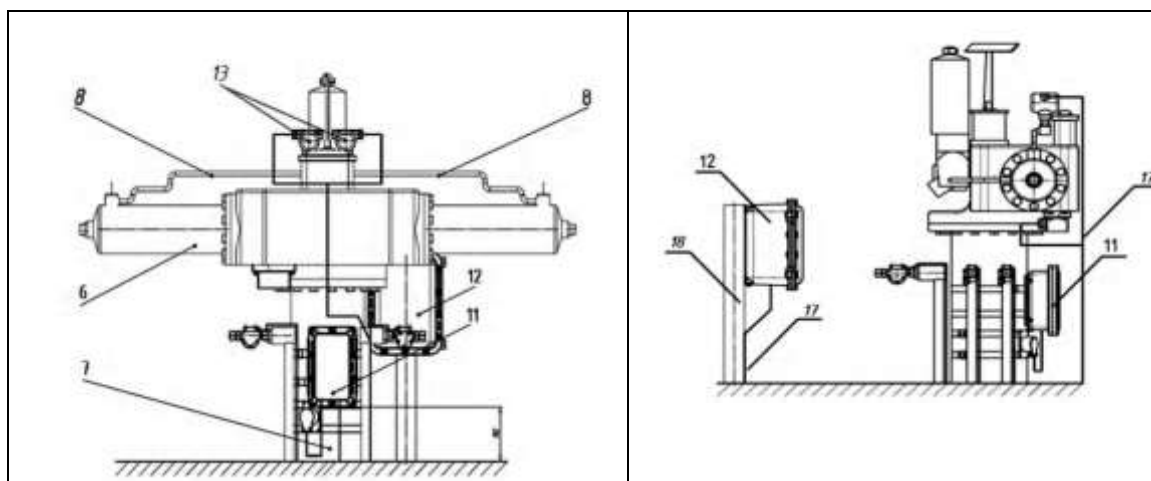


Рисунок 2,3 - Фронтальная и профильная проекции пневмогидравлического привода трубопроводной запорной арматуры с установленными датчиками
6 - пневмогидравлический цилиндр привода затвора ЗА, 7 – колонна-удлинитель привода затвора ЗА, 8 - линии подачи управляющей среды (например, газа) пневматической системы привода управления затвором ЗА, 11 - блок контрольно-измерительных приборов (КИП) (или блок датчиков), 12 - блок обработки сигналов (БОС), 13 - датчики давления импульсного газа привода затвора ЗА, 17 - кабели соединения датчиков с БОС, подвода питания к БОС, связи БОС с контрольным пунктом по протоколу Modbus RTU, 18 – швеллер.

Таким образом, современные методы дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов играют важную роль в обеспечении безопасности магистральных газопроводов. Запорная арматура является одним из ключевых элементов газопроводной системы, отвечающим за регулирование и перекрытие потока газа. Поэтому важно иметь возможность в режиме реального времени контролировать ее техническое состояние и работоспособность.

На наш взгляд, такой подход к контролю параметров запорной арматуры позволяет оперативно обнаруживать возможные поломки или неисправности запорной арматуры, что позволяет предотвращать аварийные ситуации и минимизировать потенциальные угрозы безопасности. Кроме того, удаленное мониторинговое оборудование может быть интегрировано с системами автоматического управления и регулирования газопроводов, что позволяет автоматически корректировать работу запорной арматуры при необходимости.

Эти современные методы дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов значительно улучшают возможности оперативного и надежного обнаружения проблемных ситуаций. Они позволяют операторам газопроводов принимать быстрые и обоснованные решения в случае необходимости регулирования или ремонта запорной арматуры. Такой подход снижает риск аварий и повышает безопасность работы магистральных газопроводов.

Список литературы

1. Абдрахманов Н.Х., Киреев И.Р., Альмухаметов А.А. и др. Техносферная безопасность на предприятиях нефтегазовой отрасли. – Уфа: 2020. – 183 с.
2. Микоэлян Э.А. Повышение качества, обеспечение надежности и безопасности магистральных газонефтепроводов для совершенствования эксплуатационной пригодности. – Москва: 2001. – 638 с.
3. Адаменко С.В. Диагностические методы оценки качества и эксплуатационной надежности запорной арматуры магистральных газопроводов. – Москва: Газпром, 2004. – 63 с.
4. Василевич А.В. Совершенствование методов диагностики и анализа локальных дефектов газопроводов. – Москва: [ИРЦ Газпром], 2005. – 95 с.
5. Теплинский Ю.А., Быков И.Ю. Управление эксплуатационной надежностью магистральных газопроводов. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2007. – 395 с.
6. Фаррахова А.Т., Барахнина В.Б. Повышение промышленной и экологической безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, Экологический вестник России. 2016. №3. – С. 25-28.

УДК 614.849

Аксенов С. Г., Махмутьянов И. Р.

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

К вопросу об оценке водоснабжения при тушении пожаров на нефтехимических предприятиях

Аннотация: В статье рассматриваются модели и методы оценки достаточности водоснабжения при тушении крупных пожаров на предприятиях нефтехимической промышленности. Анализируются нормативные требования, математические модели расчета расхода воды, а также современные технологии, такие как IoT, искусственный интеллект и автономные системы пожаротушения. Приведены примеры расчетов и рекомендации по повышению эффективности противопожарной защиты.

Ключевые слова: противопожарное водоснабжение, тушение пожаров, нефтехимическая промышленность, математические модели, нормативные требования.

Aksenov S. G., Makhmutyanov I. R.

On the issue of water supply assessment during fire extinguishing at petrochemical enterprises

Abstract: The article discusses models and methods for assessing the sufficiency of water supply in extinguishing large fires in the petrochemical industry. Regulatory requirements, mathematical models for calculating water consumption, as well as modern technologies such as IoT, artificial intelligence and autonomous fire extinguishing systems are analyzed. Examples of calculations and recommendations for improving the effectiveness of fire protection are given.

Keywords: fire-fighting water supply, fire extinguishing, petrochemical industry, mathematical models, regulatory requirements.

Предприятия нефтехимической промышленности относятся к категории объектов с повышенной пожароопасностью. Пожары на таких объектах характеризуются высокой интенсивностью, сложностью ликвидации и значительными рисками для жизни людей, окружающей среды и экономики. Одним из ключевых факторов успешного тушения пожаров является обеспечение достаточного объема воды для подавления очагов возгорания. Однако оценка достаточности водоснабжения остается сложной задачей, требующей учета множества параметров, таких как площадь пожара, тип горючих веществ, доступные источники воды и технические возможности пожарных подразделений [2].

Для предприятий нефтехимической промышленности нормативы водоснабжения зависят от следующих факторов:

- категория объекта по взрывопожарной опасности (А, Б, В);
- площадь территории и количество одновременно возможных очагов пожара;
- тип используемых технологических процессов и хранимых веществ.

Например, согласно СП 8.13130.2009, для объектов категории А требуется обеспечить подачу воды в объеме не менее 50 л/с на один очаг пожара при продолжительности тушения до 3 часов.

Оценка достаточности водоснабжения основывается на использовании математических моделей, которые учитывают специфику пожаров на нефтехимических предприятиях. Рассмотрим основные подходы.

Расход воды Q для тушения пожара рассчитывается по формуле:

$$Q=q \cdot S \cdot n$$

где:

- q – нормативный расход воды на единицу площади пожара (л/(с·м²));
- S – площадь пожара (м²);
- n – коэффициент, учитывающий особенности горючего материала [4].

Нормативное значение q для нефтепродуктов составляет 0,2–0,3 л/(с·м²), что значительно выше, чем для обычных материалов (0,1 л/(с·м²)).

Продолжительность тушения T зависит от типа горючего вещества и эффективности применяемых средств пожаротушения. Для нефтепродуктов T может достигать 3–4 часов. Общий объем воды V рассчитывается как:

$$V=Q \cdot T$$

Для анализа работы систем водоснабжения применяются гидравлические модели, такие как EPANET, разработанный Агентством по охране окружающей среды США (US EPA). EPANET позволяет смоделировать работу трубопроводов, насосных станций и резервуаров, оценивая их способность обеспечивать требуемый расход воды [3].

На предприятиях нефтехимической промышленности используются следующие источники воды:

- водопроводные сети;
- пожарные водоемы;
- реки и другие естественные водоемы.

Каждый источник должен быть проверен на соответствие нормативным требованиям. Например, пожарные водоемы должны иметь запас воды, достаточный для тушения пожара в течение всего времени его ликвидации.

Эффективность тушения пожара зависит от характеристик пожарной техники, такой как насосы, рукава и стволы. Необходимо учитывать:

- производительность насосов;
- дальность подачи воды;
- возможность использования пеногенераторов.

Современные программные комплексы, такие как Fire Dynamics Simulator (FDS) и PyroSim, позволяют моделировать развитие пожара и оценивать потребность в воде. Эти инструменты помогают оптимизировать размещение пожарных гидрантов и водоемов.

Рассмотрим пример расчета достаточности водоснабжения для предприятия нефтехимической промышленности. Пусть площадь пожара составляет 500 м², а нормативный расход воды $q=0,25$ л/(с·м²). Тогда:

$$Q=0,25 \cdot 500=125 \text{ л/с}$$

При времени тушения $T=3$ часа (10800 секунд):

$$V=125 \cdot 10800=1,35 \text{ млн литров}$$

Если предприятие имеет два пожарных водоема объемом по 1 млн литров каждый, то общий запас воды составит 2 млн литров, что достаточно для ликвидации пожара.

Современные системы мониторинга позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние пожарных гидрантов, насосных станций и водоемов. Это особенно важно для предприятий нефтехимической промышленности, где любая задержка в подаче воды может привести к катастрофическим последствиям. Примером таких систем является использование IoT-датчиков, которые передают данные о давлении, температуре и уровне воды в резервуарах [1].

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение начинают активно применяться для прогнозирования развития пожаров и оптимизации распределения ресурсов. Например, алгоритмы ИИ могут анализировать исторические данные о пожарах, чтобы предсказать вероятность возникновения очагов возгорания в определенных зонах предприятия. Это позволяет заранее подготовить необходимые объемы воды и разместить пожарные подразделения в стратегически важных точках.

Автономные системы пожаротушения, такие как установки тонкораспыленной воды или системы газового пожаротушения, становятся все более популярными на предприятиях нефтехимической промышленности. Они позволяют минимизировать потребление воды и одновременно повысить эффективность тушения. Например, системы тонкораспыленной воды могут снизить расход воды на 30–50% по сравнению с традиционными методами [4].

Одним из ключевых факторов успешного тушения пожаров на предприятиях нефтехимической промышленности является не только техническая готовность систем водоснабжения, но и человеческий фактор. Подготовка персонала играет важнейшую роль в минимизации последствий возгорания. Согласно статистике Международной ассоциации пожарной безопасности (NFPA), около 30% случаев некорректного реагирования на пожары связано с недостаточной подготовкой сотрудников.

Обучение персонала должно включать как теоретические знания о правилах поведения при пожаре, так и практические навыки использования первичных средств пожаротушения, таких как огнетушители, пожарные рукава и системы автоматического пожаротушения. Важно отметить, что для предприятий нефтехимической отрасли характерны особые условия: высокая концентрация взрывоопасных веществ, сложные технологические процессы и ограниченное время для эвакуации. Поэтому программы обучения должны быть адаптированы под специфику объекта [3].

Кроме того, регулярные тренировки по эвакуации и ликвидации очагов возгорания помогают выработать у сотрудников уверенность в своих действиях. По словам эксперта по промышленной безопасности Ивана Петровича Кузнецова, "регулярные учения позволяют снизить уровень стресса у персонала в случае реального происшествия, что напрямую влияет на эффективность их действий".

Пожары на объектах нефтехимической промышленности не только представляют угрозу для жизни людей и имущества, но и оказывают серьезное воздействие на окружающую среду. Выбросы продуктов горения, таких как оксиды углерода, серы и азота, могут загрязнять атмосферу на значительных территориях. Например, при горении нефтепродуктов образуются токсичные соединения, которые могут оседать на почве и в водоемах, нанося вред экосистемам.

Особую опасность представляют разливы нефтепродуктов, которые часто сопровождают пожары на складах или трубопроводах. Для ликвидации таких разливов требуется использование специальных сорбентов и барьеров, что значительно усложняет процесс ликвидации последствий аварии. Исследования показывают, что даже небольшие разливы нефтепродуктов могут привести к долгосрочным изменениям в экосистемах, таким как уменьшение биоразнообразия и деградация почв.

Чтобы минимизировать экологические последствия, предприятия должны разрабатывать комплексные планы действий, включающие не только меры по тушению пожара, но и процедуры по защите окружающей среды. Это может включать создание резервуаров для сбора загрязненных вод, установку фильтров на сточных водах и использование экологически безопасных средств пожаротушения.

Изучение международного опыта позволяет выделить несколько передовых практик, которые могут быть внедрены на предприятиях нефтехимической промышленности. Например, в странах Европейского союза активно применяются системы раннего обнаружения пожаров, основанные на интеграции датчиков температуры, дыма и газового анализа. Такие системы позволяют обнаруживать очаги возгорания на ранних стадиях, что значительно снижает потребность в больших объемах воды для тушения [2].

В США широкое распространение получили мобильные системы пожаротушения, которые могут быть быстро доставлены на место происшествия. Эти системы включают в себя модульные резервуары для воды, насосные станции и автономные источники энергии. Они особенно эффективны в условиях удаленных или труднодоступных объектов.

Японские предприятия уделяют особое внимание профилактике пожаров. Здесь широко применяются системы автоматического контроля за состоянием оборудования, которые позволяют предотвращать возгорания еще до их возникновения. Например, использование термографических

камер для мониторинга температуры оборудования помогает выявлять потенциальные проблемы задолго до того, как они приведут к аварии.

Рассмотрим более сложный пример расчета достаточности водоснабжения, учитывающий дополнительные факторы, такие как наличие нескольких очагов возгорания и использование пеногенераторов. Предположим, что на предприятии произошло возгорание на двух участках: первый имеет площадь 500 м², второй — 300 м². Нормативный расход воды составляет 0,25 л/(с·м²).

Для первого очага:

$$Q_1 = 0,25 \cdot 500 = 125 \text{ л/с}$$

Для второго очага:

$$Q_2 = 0,25 \cdot 300 = 75 \text{ л/с}$$

Общий расход воды:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = 125 + 75 = 200 \text{ л/с}$$

При времени тушения $T = 3$ часа (10800 секунд):

$$V_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}} \cdot T = 200 \cdot 10800 = 2,16 \text{ млн литров}$$

Если предприятие располагает тремя пожарными водоемами объемом по 1 млн литров каждый, то общий запас воды составит 3 млн литров, что достаточно для ликвидации пожара. Однако важно учитывать, что использование пеногенераторов может снизить потребность в воде на 30–50%. Таким образом, фактический объем воды может быть уменьшен до 1,5–2 млн литров.

Таким образом, современные подходы к оценке достаточности водоснабжения при тушении пожаров на предприятиях нефтехимической промышленности требуют учета множества факторов: от характеристик горючих веществ до психологической готовности персонала. Внедрение новых технологий, таких как IoT, искусственный интеллект и автономные системы пожаротушения, открывает новые возможности для повышения эффективности противопожарной защиты. Однако успех в ликвидации пожаров зависит не только от технической оснащенности, но и от грамотной организации процессов, включая обучение персонала и экологическую ответственность.

Список литературы

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022, №9. – С. 41-43.
2. Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Рюмина С.И. Анализ расхода воды при тушении пожаров на объектах разных классов функциональной пожарной опасности // Безопасность техногенных и природных систем/ - 2023, №7(4). – С. 30-39.
3. СП 8.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения".
4. НПБ 110-2003 "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации".

УДК 626

Тимакова А. В.

РУДН имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Применение метода гидромеханизации в гидротехнической среде

Аннотация. В статье рассматривается вопрос расчета характеристик струи, обеспечивающих разрушение грунта при проведении работ в водной среде. Большое место в работе занимает рассмотрение различных теорий прочности грунта. В статье дается характеристика критериев разрушения, основанных на теориях прочности. Исследование ведется через рассмотрение таких проблем, как проведение работ в условиях ограниченного пространства и в водной среде. Главное внимание обращается на важность учета физико-механических характеристик среды применения оборудования.

В основной части статьи дается краткий список существующих гидромониторов. В заключении кратко разбирается ход дальнейших исследований в области гидромеханизации.

Ключевые слова: Гидромонитор, гидромеханика, критерий разрушения, размыв грунта, разработка грунта гидромеханизацией.

Timakova A. V.

Application of the hydromechanization method in the hydraulic engineering environment

Abstract. The article considers the issue of calculating the characteristics of the flow, providing the destruction of the ground when carrying out works in a water environment. Consideration of various theories of soil toughness takes a great place in the work. The article characterizes the fracture criteria based on the strength theories. The study is conducted through consideration of such problems as confined space and water environment. The main attention is drawn to the importance of considering the physical and mechanical characteristics of the equipment application environment.

In the main part of the paper, a brief list of existing hydraulic monitors is given. In conclusion, the progress of further research in the field of hydromechanization is briefly reviewed.

Keywords: Hydromonitor, hydromechanics, fracture criterion, soil erosion, soil development by hydromechanization.

В современном строительстве актуален вопрос прокладывания сетей в донном грунте водных объектов, например, электрического кабеля, труб нефтемагистралей и пр. Для сокращения издержек при разработке траншеи в таком случае может применяться метод размыва грунта посредством подачи воды под давлением через узкие сопла, то есть метод гидромеханизации с применением гидромониторов. Данный способ позволяет сократить сроки, количество применяемой техники и

трудоемкость процесса прокладывания траншеи, так как разработка происходит точно и подконтрольно.

Для применения этого способа прокладки коммуникаций необходимо точно рассчитать требуемый напор и расход воды в гидромониторе, исходя из физических характеристик размываемого грунта. Данного напора и расхода должно быть достаточно для размыва грунта

Примерный принцип работы по укладке электрического кабеля представлен на изображении (рисунок 1).



Рисунок 1. Схема укладки кабеля по дну водоема

Гидромеханизация – давно исследованный способ разработки грунта. Он апробирован и широко применяется для выполнения различных работ во многих сферах строительства. В гражданском строительстве с помощью гидромониторов разрабатывают котлованы, в гидротехнике – при выполнении работ по прокладыванию кабелей и труб в условиях больших глубин или стесненного рабочего пространства.

Чаще всего гидромонитор используется для разработки карьеров и шахт для добычи полезных строительных материалов, таких как песок, гравий, щебень, уголь. Данные установки обычно применяют для размыва грунтов выше уровня воды, т.е. на берегах водоемов. Ведение работ под водой – менее исследованный процесс, хотя существуют методы решения данной задачи, в частности предложенный Абрамовичем Г.Н. [2].

В справочнике по гидравлическим расчетам под общей редакцией Киселева П.Г. [1] приводится расчет затопленной струи, который применим для рассматриваемого процесса гидромониторинга. Струя представляется турбулентной, проходящей через круглое отверстие, и распространяющейся в неограниченном пространстве в однородной жидкости. В данном расчете представлен способ определения скорости воды на выходе из отверстия, принимая в качестве исходных данных габариты насадки.

Существующие расчеты гидромонитора, изложенные в справочнике [1], применимы для воздушной среды. Для размыва грунтов под водой необходимо учесть формирование струи монитора в среде, более плотной, чем воздух (например, вода, пульпа и пр.). Для достижения точных расчетных значений необходимо учитывать вязкость водной среды, а вследствие этого снижение скорости движения воды на выходе из сопла и снижение эффективности размыва грунтов.

Преимуществом применения гидромонитора является его практически абсолютная универсальность. Разработке поддаются как талые, так и мерзлые грунты донных отложений. Исключением могут являться лишь скальные породы ввиду их плотности, однако на сегодняшний день подобная проблема становится все менее актуальной. Кроме того, для размыва разных пород потребуется один гидромонитор и набор сменных насадок с фиксированными углами поворота сопла, что значительно сокращает затраты на использование строительной техники ввиду универсальности применяемого оборудования.

Использование гидромониторов имеет свои особенности, которые не до конца исследованы.

Гидромонитор состоит из неподвижного и подвижного колен, ствола, насадок и шарниров. Гидромонитор подключается к трубопроводу, давление в котором нагнетается посредством насоса, подобранного из условий требуемых работ. Забор воды производится непосредственно из разрабатываемого водоема [4]. Насадки могут быть разных форм для создания требуемых характеристик струи, достаточных для размыва грунта, именуемых критерием разрушения пород. В качестве примера ниже приведен чертеж гидромонитора ГМН-250.

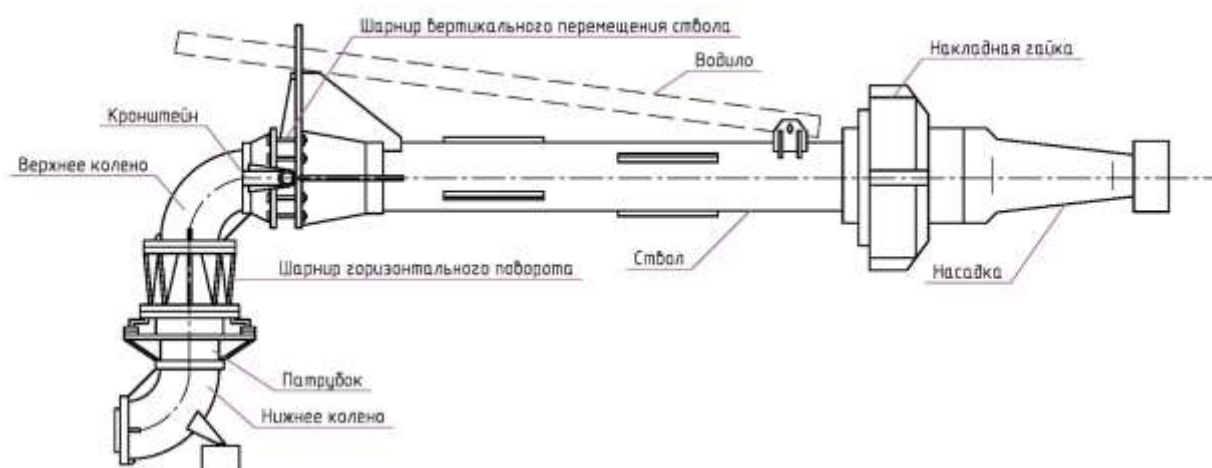


Рисунок 2. Гидромонитор ГМН-250

На сегодняшний день производится несколько моделей гидромониторов, имеющих различные характеристики [5].

Сортамент наиболее часто встречающегося на практике оборудования представлен в таблице 1 ниже.

Таблица 1. Сортамент гидромониторов

Показатели	Марки гидромониторов								
	ГМ-2			ГМН -250	ГМН - 250С	ГМП -250	ГМДУЭГ -250	ГМЦ -250	ГМСД -30
Рабочее давление воды, кгс/см ²	1 2	1 2	1 2	15	15	20	16	16	16
Расход воды, м ³ /ч	-	-	-	-	380- 1530	До 2000	520-2340	250- 800	300 до 2920
Угол поворота ствола в град:									
В горизонтальной плоскости	-	-	-	360	360	360	360	360	-
Вверх	4 0	3 8	3 2	32	27	27	30	35	-
Вниз	2 0	1 8	1 8	18	27	27	30	30	-

Выбор параметров гидромонитора выполняется в зависимости от физико-механических свойств размываемых грунтов. Для решения данной задачи необходимо определить критерий разрушения грунта. В зависимости от вида определяемых усилий, возникающих в частицах грунта, было предложено несколько основных теорий прочности грунтов.

1. Согласно теории Галилея, разрушение тела происходит в момент, когда сжимающее нормальное напряжение достигнет критического предельного значения – критерия разрушения. Т.е. условие исчерпания прочности определяется по уравнению:

$$Q_{\text{сжим}} = \sigma^* = \text{const}$$

где:

$Q_{\text{сжим}}$ – сжимающее нормальное напряжение;

σ^* - предельное значение напряжения грунта.

Однако данное условие применимо к ограниченному спектру пород: к кварцу, скальным породам и прочим хрупким материалам, так как теория не учитывает переход материала в пластическое состояние. На практике теорию Галилея применяют крайне редко.

2. Теория прочности Мариотта-Сен-Венана основана на определении предельных деформаций, то есть разрушение наступает при достижении предельного значения наибольшего относительного

удлинения, и критерий разрушения можно представить в виде следующего уравнения:

$$\gamma = \gamma_p = \gamma_{кр} = const$$

где:

γ_p – допускаемые напряжения на растяжение;

$\gamma_{кр}$ – наибольшее относительное удлинение, определенное на основании испытаний на растяжение.

Данная теория при экспериментальной проверке оказалась не точной. На практике на сегодняшний день не применяется.

3. По теории Кулона критерий разрушения необходимо определять по критическому касательному напряжению:

$$\tau_{max} = \tau_{кр} = const$$

где:

$\tau_{кр}$ – предельное значение касательного напряжения, определенное опытным путем;

τ_{max} – величина наибольшего касательного напряжения.

То есть разрушение наступает в случае, если наибольшее касательное напряжение достигает предельного опытного значения на растяжение. Данная теория применима для расчета пластичных материалов, т.к. учитывает переход материала в пластическое состояние. Однако она не учитывает главное напряжение материала. На практике применяется часто.

4. Теория прочности Мизеса, основанная на гипотезе, что разрушение материала достигается в случае, когда удельная потенциальная энергия формоизменения частицы превышает предельное значение, определяемое опытным путем, т.е.:

$$U_{оф} = U_{оф кр}$$

$U_{оф}$ – удельная потенциальная энергия, затраченная на формоизменение материала по достижении сложного напряженного состояния;

$U_{оф кр}$ – предельное значение удельной потенциальной энергии изменения формы.

Рассматриваемая теория применима для расчета хрупких и хрупко-пластичных материалов.

Применение гидромониторов в качестве способа разработки грунта методом гидромеханизации имеет ряд достоинств, однако при подборе оборудования необходимо соотносить его со свойствами грунта. Поэтому необходимо подбирать насос для гидромонитора по его производительности, давлению струи на выходе из сопла и соотносить с прочностными характеристиками грунтов.

Для решения задачи размыва грунтов под водой необходимо определить давление струи жидкости на контакте с грунтом и сравнить его с критерием разрушения [3]. Давление жидкости должно превышать критерий разрушения. Затем по полученному давлению подбирается расход и напор в гидромониторе. Главной особенностью данного подбора является то, что расчет движения струи из гидромонитора должен учитывать вязкость среды и совместную работу нескольких одновременно действующих мониторов. Данная задача может быть решена численным моделированием с применением расчетных комплексов ввиду сложности расчетов.

Список литературы

1. Киселев, П.Г., Альтшуль, А.Д., Данильченко, Н.В., Каспарсон, А.А., Кривченко, Г.И., Пашков, Н.Н., Слиский, С.М. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев, А.Д. Альтшуль, Н.В. Данильченко, А. А. Каспарсон, Г.И. Кривченко, Н.Н. Пашков, С.М. Слиский — издание четвертое, переработанное и дополненное. — Москва: "Энергия", 1972 — 312 с.
2. Абрамович, Г.Н., Гиршович, Т.А., Крашенинников, С.Ю., Секундов, А. Н., Смирнова, И.П. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович, Т.А. Гиршович, С.Ю. Крашенинников, А.Н. Секундов, И. П. Смирнова — издание второе, переработанное и дополненное. — Москва: "Наука", 1984 — 717 с.
3. Шкаруба, Н.А., Кисляков, В.Е., Борисов, Ф.И. Особенности обоснования параметров моделирования размыва горных пород напорной струей гидромонитора / Н.А. Шкаруба, В. Е. Кисляков, Ф.И. Борисов // Вестник ЗабГУ. — 2019. — № 4. — С. 32-38.
4. СП 407.1325800.2024. Свод правил. Земляные работы. Правила проектирования организации строительства и производства работ способом гидромеханизации. (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22.04.2024 N 271/пр).
5. ГОСТ Р 55728-2013 Оборудование горно-шахтное. Гидромониторы для подземных работ. Требования безопасности и методы испытаний.

УДК 002.304

Коваль А. А., Иващенко А. И.
ООО «ГеоСтройСистема», Иркутск, Россия

Моделирование разработки нефтегазовых месторождений: ключ к эффективному извлечению ресурсов

Аннотация. В условиях истощения традиционных месторождений и растущего спроса на энергоресурсы, эффективное извлечение нефти и газа приобретает первостепенное значение. Современные методы моделирования позволяют симулировать сложные физические процессы в пласте, включая движение флюидов, фазовые переходы и взаимодействие с горными породами. Данная аннотация рассматривает ключевые аспекты моделирования разработки нефтегазовых месторождений, от построения геологической модели и выбора численного метода до анализа результатов и оптимизации стратегии разработки. Особое внимание уделяется применению современных технологий, таких как высокопроизводительные вычисления и машинное обучение, для повышения точности прогнозов и ускорения процесса моделирования. В заключение, обсуждается роль моделирования в принятии обоснованных решений на всех этапах жизненного цикла месторождения, от разведки до разработки и вывода из эксплуатации. Применение современных методов моделирования способствует снижению рисков, оптимизации затрат и увеличению коэффициента извлечения углеводородов.

Ключевые слова: моделирование разработки, нефтегазовое месторождение, извлечение углеводородов, числовое моделирование, геологическая модель, пластовая модель, прогнозирование, оптимизация, повышение нефтеотдачи, методы увеличения нефтеотдачи (МУН), резервуарное моделирование, вычислительная гидродинамика, машинное обучение, высокопроизводительные вычисления.

Koval A. A., Ivashchenko A. I.

Modeling the development of oil and gas fields: the key to efficient resource extraction

Abstract. In conditions of depletion of traditional deposits and growing demand for energy resources, efficient extraction of oil and gas is of paramount importance. Modern modeling methods make it possible to simulate complex physical processes in a reservoir, including fluid movement, phase transitions, and interaction with rocks. This abstract examines the key aspects of modeling the development of oil and gas fields, from constructing a geological model and choosing a numerical method to analyzing the results and optimizing the development strategy. Special attention is paid to the use of modern technologies, such as high-performance computing and machine learning, to improve the accuracy of forecasts and accelerate the modeling process. In conclusion, the role of modeling in making informed decisions at all stages of the field's life cycle, from exploration to development and decommissioning, is discussed. The use of modern modeling methods helps to reduce

Keywords: development modeling, oil and gas field, hydrocarbon extraction, numerical modeling, geological model, reservoir model, forecasting, optimization, enhanced oil recovery, enhanced oil recovery methods, reservoir modeling, computational fluid dynamics, machine learning, high-performance computing.

Разработка нефтегазовых месторождений – сложный и дорогостоящий процесс, требующий тщательного планирования и оптимизации на всех этапах. Ключевую роль в этом процессе играет моделирование, позволяющее предсказывать поведение пласта и оптимизировать технологические решения для максимального извлечения углеводородов. Моделирование позволяет снизить риски, уменьшить затраты и повысить рентабельность проекта.

Существует несколько типов моделей, используемых для моделирования разработки нефтегазовых месторождений:

Геологические модели: Эти модели создаются на основе геофизических данных (сейсмика, каротаж), геохимических анализов и данных бурения. Они представляют собой трехмерное изображение геологического строения месторождения, включая распределение коллекторов, проницаемость, пористость и другие важные параметры. Точность геологической модели напрямую влияет на достоверность последующих прогнозов.

Основные этапы построения геологической модели:

1. Сбор и обработка данных: Сбор и обработка геологических данных, включая данные бурения, геофизические исследования (сейсмика, каротаж), геохимические анализы и др.

2. Интерпретация данных: Интерпретация данных с целью определения геологического строения. Это включает в себя корреляцию данных, выделение геологических границ, определение типов пород и их свойств.

3. Построение геологической модели: Использование специализированного программного обеспечения для построения 3D модели, представляющей геометрию и свойства геологических тел.

4. Валидация модели: Проверка адекватности модели, сравнение результатов моделирования с фактическими данными.

5. Обновление модели: Регулярное обновление модели с учетом новых данных и результатов.

Программное обеспечение:

Для построения и анализа геологических моделей используется специализированное программное обеспечение, такое как Petrel, Kingdom, Gocad, Leapfrog Geo и другие.

Применение геологических моделей:

1. Оценка запасов полезных ископаемых: Геологические модели позволяют оценить объемы и качество месторождений.

2. Проектирование разработки месторождений: Модели используются для планирования размещения скважин, оптимизации добычи и управления разработкой.

3. Мониторинг разработки: Модели позволяют отслеживать изменение параметров месторождения в процессе разработки.

4. Оптимизация добычи: Модели используются для разработки стратегий повышения эффективности добычи.

5. Определение рисков: Модели помогают оценить геологические и технические риски, связанные с разработкой месторождений.

6. Экологическое моделирование: Модели используются для оценки воздействия горных работ на окружающую среду.

Геологические модели являются сложными и многофакторными объектами, требующими высокой квалификации специалистов для их построения и интерпретации. Качество геологической модели напрямую влияет на эффективность принятия решений в горнодобывающей промышленности и других отраслях.

Гидродинамические модели: Эти модели описывают движение нефти, газа и воды в пласте под влиянием различных факторов, таких как давление, вязкость, проницаемость. Они используются для прогнозирования изменения давления в пласте, дебитов скважин и суммарного извлечения углеводородов при различных сценариях разработки. Гидродинамическое моделирование позволяет оценить эффективность различных систем разработки (например, заводнение, газлифт) и оптимизировать расположение и параметры работы скважин. Основные компоненты гидродинамической модели:

1. Геологическая модель: служит основой для гидродинамической модели и содержит информацию о геометрии резервуара, свойствах горных пород (проницаемость, пористость, водонасыщенность и др.), а также о распределении флюидов.

2. Уравнения движения флюидов: описывают движение флюидов в пористой среде с учетом сил гравитации, давления, вязкости и капиллярных эффектов. Чаще всего используются уравнения фильтрации.

3. Уравнения состояния флюидов: связывают давление, температуру и состав флюидов. Для нефти и газа необходимы уравнения состояния, учитывающие фазовые переходы.

4. Граничные условия: определяют условия на границах моделируемой области, такие как давление, поток или концентрация флюидов.

5. Начальные условия: определяют начальное распределение давления, температуры и состава флюидов в моделируемой области.

Типы гидродинамических моделей:

1. Численные модели: решение уравнений фильтрации осуществляется численными методами (метод конечных разностей, метод конечных элементов и др.). Это наиболее распространенный тип моделей, позволяющий решать задачи высокой сложности.

2. Аналоговые модели: используются для решения более простых задач, часто в виде физических моделей (например, песочные модели). В

настоящее время применяются реже из-за ограничений в сложности и точности.

3. Модели с различной степенью детализации: от простых однофазных моделей до сложных многофазных моделей, учитывающих капиллярные эффекты, теплоперенос, растворение газов и другие явления.

Применение гидродинамических моделей:

1. Оценка запасов углеводородов: моделирование позволяет уточнить оценки извлекаемых запасов, учитывая особенности геологического строения и физических свойств пласта.

2. Проектирование и оптимизация разработки месторождений: модели используются для планирования системы добычи и закачки, оптимизации расположения скважин, выбора режимов работы.

3. Прогнозирование поведения месторождения: модели позволяют прогнозировать изменения давления, выработки запасов и других параметров во времени.

4. Управление разработкой месторождений: модели используются для принятия оперативных решений по регулированию добычи и закачки, управления давлением в пласте.

5. Моделирование процессов увеличения нефтеотдачи: модели используются для оценки эффективности различных методов увеличения нефтеотдачи (закачка воды, пара, химических реагентов).

6. Моделирование подземных вод: для управления подземными водными ресурсами, оценки воздействия на окружающую среду.

Программное обеспечение:

Для построения и работы с гидродинамическими моделями используется специализированное программное обеспечение, такое как CMG, Eclipse, STARS, и другие.

Интегрированные модели: Это наиболее современный подход, сочетающий в себе геологические и гидродинамические модели. Интегрированные модели позволяют учитывать взаимосвязь между геологическими характеристиками пласта и его гидродинамическим поведением, что значительно повышает точность прогнозов и оптимизации разработки. Они часто включают в себя модели коллекторских свойств, модели течений в пласте и модели добычи.

Преимущества интегрированного моделирования:

Повышение точности прогнозов: учет взаимодействия различных процессов приводит к более точным прогнозам добычи, давления, температуры и других параметров.

Улучшение принятия решений: более полная и точная информация позволяет принимать более обоснованные решения на всех этапах разработки месторождения.

Оптимизация разработки: интегрированное моделирование позволяет оптимизировать стратегию разработки, выбор режимов работы скважин и методы увеличения нефтеотдачи.

Снижение рисков: более точные прогнозы позволяют лучше оценить риски и разработать стратегии их минимизации.

Улучшение управления: интегрированный подход обеспечивает лучшее управление разработкой месторождения, позволяя своевременно реагировать на изменения условий.

Ключевые аспекты интегрированного моделирования:

Согласованность данных: важно обеспечить согласованность данных из разных источников, чтобы избежать противоречий и ошибок.

Выбор подходящих моделей: необходимо выбирать модели, адекватно описывающие физические процессы в конкретных условиях.

Методы связи между моделями: важно определить методы связи между различными моделями, чтобы обеспечить обмен данными и взаимное влияние. Это может включать в себя совместное решение уравнений, итеративные процессы и др.

Программное обеспечение: необходимо использовать программное обеспечение, поддерживающее интегрированный подход к моделированию. Многие современные программные пакеты позволяют импортировать и обрабатывать данные из различных источников и строить интегрированные модели.

Управление данными: эффективное управление данными имеет решающее значение для успешного интегрированного моделирования. Это включает в себя хранение, доступ и обработку больших объемов данных.

Валидация и верификация: интегрированная модель должна быть тщательно проверена и верифицирована, чтобы убедиться в её адекватности и надежности.

Примеры интегрированных моделей:

Геолого-гидродинамическое моделирование: объединяет геологическую и гидродинамическую модели для прогнозирования движения флюидов в пласте.

Геомехано-гидродинамическое моделирование: учитывает влияние деформаций горных пород на движение флюидов.

Термогидродинамическое моделирование: учитывает влияние температуры на движение флюидов и фазовые переходы.

Моделирование с учетом процессов увеличения нефтеотдачи: учитывает влияние различных методов увеличения нефтеотдачи на движение флюидов.

Вызовы интегрированного моделирования:

Сложность: построение и работа с интегрированными моделями значительно сложнее, чем с отдельными моделями.

Вычислительные ресурсы: интегрированное моделирование требует значительных вычислительных ресурсов.

Требования к специалистам: работа с интегрированными моделями требует высокой квалификации специалистов.

Несмотря на сложности, интегрированное моделирование является перспективным направлением, позволяющим значительно повысить эффективность разработки месторождений и снизить риски. Дальнейшее развитие вычислительной техники и программного обеспечения будет способствовать расширению применения интегрированных моделей.

Применение моделей в практике разработки:

Моделирование используется на всех этапах разработки месторождения:

Постановка задачи: Моделирование помогает определить оптимальные параметры разработки, такие как количество и расположение скважин, выбор метода добычи и управления пластовым давлением.

Планирование разработки: Модели позволяют оценить эффективность различных стратегий разработки и выбрать наиболее экономически выгодный вариант.

Оперативное управление: В процессе эксплуатации месторождения модели помогают корректировать стратегию разработки в зависимости от текущей ситуации. Например, моделирование может помочь определить необходимость проведения дополнительных мероприятий по интенсификации добычи.

Оценка запасов: Моделирование позволяет уточнить оценку извлекаемых запасов углеводородов, что особенно важно для принятия инвестиционных решений.

Современные тенденции в моделировании:

Современные технологии позволяют создавать все более сложные и детальные модели, учитывающие широкий спектр геологических и технологических факторов. В частности, наблюдается тенденция к использованию:

Высокопроизводительных вычислений: Это позволяет обрабатывать огромные объемы данных и создавать модели высокой разрешающей способности.

Интеллектуального анализа данных: Машинное обучение и искусственный интеллект используются для автоматизации процессов построения и калибровки моделей, а также для повышения точности прогнозов.

Интеграции данных из различных источников: Моделирование становится все более комплексным, интегрируя данные из различных источников, таких как геофизические исследования, геохимические анализы, данные эксплуатации и другие.

В заключение, моделирование разработки нефтегазовых месторождений – это неотъемлемая часть современного подхода к

освоению углеводородных ресурсов. Использование современных методов моделирования позволяет значительно повысить эффективность разработки, снизить риски и обеспечить максимальную отдачу от инвестиций. Постоянное развитие технологий в этой области способствует более точным прогнозам и оптимальному управлению разработкой месторождений.

Список литературы

1. Андреев А. Ф. Основы проектного анализа в нефтяной и газовой промышленности / А. Ф. Андреев, В. Ф. Дунаев, В. Д. Зубарева [и др.]. – Москва: Олита, 2016. – 342 с. – Текст: непосредственный.
2. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего и специального назначения / В. Л. Головачев, В. И. Родионов, Л. П. Толова, Е. К. Демина, О. О. Пшендина, Т. В. Ушачева; под общ. ред. В. Н. Ермолаева. – Москва: Изд. ЦИНТИхимнефтемаш, 1991. – 106 с. – Текст: непосредственный.
3. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / А. Н. Бессонный, Г. А. Дрейцер, В. Б. Кунтыш [и др.]; под. общ. ред. В. Б. Кунтыша и А. Н. Бессонного. – Санкт- Петербург: Недра, 1996. – 512 с. – Текст: непосредственный.
4. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов. – Москва: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 677 с. – Текст: непосредственный.
5. Повышение эффективности работы газонефтяных сепараторов в процессе их эксплуатации / Б. А. Баринев. – Москва: ВНИИОЭНГ, Нефтепромысловое дело, №6, 1980. – 321 с. – Текст: непосредственный.
6. «Промысловый сбор и подготовка нефти, газа и воды» // Neftegaz.ru / URL: [Промысловый сбор и подготовка нефти, газа и воды - Добыча - Neftegaz.RU](https://neftegaz.ru). Дата обращения: 26.05.2024. – Текст: электронный.

Информационные технологии

УДК 004.451.9

Евлоев И. А., Викторов Д. Н.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

Сравнение планировщиков ввода/вывода ядра linux

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению вопроса о производительности планировщиков ввода/вывода ядра Linux, входящих в состав операционной системы РЕД ОС. Для решения этого вопроса в статье будут проведены небольшие исследования с использованием таких утилит, как hdparm и Bonnie++. В конце статьи приведены таблицы с результатами и сравнительные графики. Подведены в заключении итоги по результатам тестирования.

Ключевые слова: планировщик ввода/вывода, Linux, РЕД ОС, BFQ, kyber, mq-deadline, none.

Evloev I. A., Viktorov D. N.

Comparison of linux kernel i/o schedulers

Abstract. The article is dedicated to the consideration of the issue of the performance of the Linux kernel I/O schedulers included in the RED OS operating system. To solve this issue, the article will conduct small studies using utilities such as hdparm and Bonnie++. At the end of the article, tables with results and comparative graphs are given. The results of testing are summarized in the conclusion.

Keywords: I/O scheduler, Linux, RED OS, BFQ, kyber, mq-deadline, none

ВВЕДЕНИЕ

Производительность подсистемы ввода/вывода (I/O) является критически важной для общей производительности любой вычислительной системы. Задержки в операциях I/O могут приводить к замедлению работы приложений или увеличению времени отклика системы. Операционная система Linux предоставляет пользователям широкий набор планировщиков I/O, каждый из которых имеет свои особенности и предназначен для различных типов нагрузок.

При этом ключевые разработчики ядра Linux постоянно совершенствуют алгоритмы планирования I/O, стремясь достичь оптимального баланса между пропускной способностью и задержкой.

Тем не менее, выбор конкретного планировщика I/O может быть непростой задачей, поскольку его эффективность сильно зависит от типа нагрузки, используемого оборудования и специфических задач. В связи с этим, актуальной является задача практической оценки влияния наиболее популярных планировщиков I/O на производительность системы Linux. Данная работа призвана внести вклад в решение этой проблемы, сравнив между собой несколько наиболее распространенных планировщиков, на основе результатов проведенных экспериментов.

Объектом данного исследования является производительность подсистемы ввода/вывода ядра Linux. Предметом исследования являются планировщики I/O, используемые в ядре Linux. Среди них будут рассмотрены: BFQ, kyber, mq-deadline, none. Целью исследования является практическая оценка влияния различных планировщиков I/O на производительность системы Linux в различных условиях.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Планировщик ввода-вывода (I/O scheduler) — это часть ядра операционной системы, которая управляет порядком выполнения операций чтения и записи на диски (HDD, SSD, NVMe). Его основная задача — оптимизировать работу с диском, чтобы увеличить скорость и эффективность обработки данных. Когда много программ одновременно обращаются к диску, они создают очередь запросов. Планировщик I/O решает, в каком порядке эти запросы будут выполнены, чтобы всё работало быстро и слаженно [1].

mq-deadline — это улучшенная версия планировщика deadline, созданная для современной системы ввода-вывода blk-mq. Этот планировщик хорош для большинства задач, особенно когда запись данных происходит не одновременно с их чтением. mq-deadline организует запросы на чтение и запись в отдельные очереди, а затем выполняет их, стараясь обрабатывать данные последовательно по их расположению на диске [2].

multiqueue block layer (blk-mq) — способ передачи запросов для планировщиков, вышедших в версии ядра Linux 4.12. Запрос сначала попадает в программную очередь. Количество этих очередей равно количеству ядер процессора. После прохождения программной очереди запрос попадает в очередь отправки. Количество очередей отправки уже зависит от драйвера устройства [3].

kyber — использует принципы, похожие на управление сетевым трафиком, чтобы эффективно обрабатывать операции ввода-вывода. Он применяет “токены” для контроля запросов и разделяет их на очереди чтения и записи. kyber отдает предпочтение запросам на чтение, а не на запись, и подходит для быстрых устройств хранения, таких как NVMe и SSD, благодаря своей простоте и эффективности [2].

BFQ — это усовершенствованная версия планировщика CFQ, которая в стандартных настройках больше стремится минимизировать задержки, чем обеспечить максимальную скорость передачи данных. Из-за того, что BFQ требует больше вычислительных ресурсов, он не лучший выбор для слабых компьютеров или для устройств ввода-вывода с очень высокой пропускной способностью [2].

none — это самый простой вариант, который не использует сложные механизмы управления очередями ввода-вывода. Он не переупорядочивает запросы и требует минимум ресурсов. none идеально подходит для быстрых

устройств, таких как SSD и NVMe, где не нужна дополнительная оптимизация [2].

Однако при рассмотрении вопроса статьи стоит учитывать, что планировщик для домашнего компьютера отличается от планировщика для сервера.

Bonnie++ — это мощный инструмент для тестирования производительности ввода/вывода, который предлагает широкий набор бенчмарков. Он имитирует работу с данными, подобно базам данных, создавая и манипулируя файлами разных размеров. В частности, он может проводить как последовательное, так и случайное чтение и запись, включая чтение в несколько потоков. Кроме того, Bonnie++ тестирует скорость создания, изменения и удаления множества мелких файлов. У Bonnie++ есть несколько полезных опций, включая:

- -d — указывает каталог для работы,
- -s — определяет размер файла в мегабайтах,
- -n — указывает количество файлов и их параметры,
- -x — определяет количество проходов теста,
- -q — выключает вывод лишней информации,
- -u — позволяет указать пользователя для запуска тестов,
- -t — указывает размер оперативной памяти.

Можно предположить, что раз исследование будет проводиться на виртуальной машине с устройством хранения SSD, то самыми оптимальными результатами будут обладать планировщики none и kyber.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По типу исследования статья относится к научно-практической работе.

Тестирование планировщиков ввода-вывода проводилось на базе РЕД ОС на виртуальной машине. Машина обладала процессором AMD Ryzen 7 4800H 2.90 ГГц с использованием 6 ядер, 8 ГБ оперативной памяти. В качестве устройства хранения использовался SSD на 50 ГБ.

Для измерения их производительности использовались такие утилиты, как hdbarm и Bonnie++, а также команда dd и тест по распаковке архива с ядром.

Основная оптимизация производительности в более ранних архитектурах блочного уровня была направлена на жёсткие диски. При выборе планировщика важно знать тип рабочей нагрузки для подлежащей настройке рабочей среды. Не существует единого планировщика, который можно было бы считать достаточно подходящим для соответствия разнообразным характеристикам ввода/вывода для всех приложений [4].

Особенность твердотельных накопителей (SSD) заключается в том, что они не имеют движущихся частей. Случайные операции выполняются так же быстро, как и последовательный доступ, обычно менее 0,1 мс, и они могут обрабатывать несколько одновременных запросов [5].

Стоит учитывать, что «физические ограничения, такие как задержка и пропускная способность, также могут различаться между реальной и виртуальной средами из-за ограничений оборудования и программного обеспечения виртуализации» [6].

Как правило, планировщики не требуют тонкой подстройки. Однако такая возможность существует. Вот, например, некоторые параметры подстройки одного из планировщиков BFQ:

- `slice_idle` — время ожидания поступления запросов (в миллисекундах);
- `quantum` — число запросов ввода/вывода, передаваемых дисковому контроллеру за один раз;
- `low_latency` — для интерактивных процессов и процессов мягкого реального времени при значении по умолчанию пытается дать меньшую задержку, чем для других процессов. Процессы эти определяются эвристически;
- `max_budget` — максимальный бюджет для очереди, измеряющийся в секторах [7].

Сама процедура проведения исследования происходит в несколько этапов:

Установка пакетов утилит для тестирования: «`sudo dnf install hdparm bonnie++`».

```
[user@vbox ~]$ sudo dnf install hdparm bonnie++
Последняя проверка окончания срока действия метаданных: 4:33:33 назад, Вс 15 дек 2024 15:40:37.
Пакет hdparm-9.62-3.red80.x86_64 уже установлен.
Пакет bonnie++-2.00a-4.red80.x86_64 уже установлен.
Зависимости разрешены.
Отсутствуют действия для выполнения.
Выполнено!
```

Рисунок 1. Установка пакетов

Вывод текущего планировщика: «`cat /sys/block/sda/queue/scheduler`».

```
[user@vbox ~]$ cat /sys/block/sda/queue/scheduler
none mq-deadline kyber [bfq]
[user@vbox ~]$
```

Рисунок 2. Вывод планировщика

Использование утилиты `hdparm`: «`hdparm -tT /dev/sda`».

```
[root@vbox ~]# hdparm -tT /dev/sda

/dev/sda:
Timing cached reads:   12466 MB in  1.99 seconds = 6265.26 MB/sec
Timing buffered disk reads: 2674 MB in  3.00 seconds = 890.87 MB/sec
```

Рисунок 3. Утилита `hdparm`

Тест с помощью команды `dd`:

`time dd if=/dev/zero of=./benchfile bs=1M count=10000
conv=fdatasync,notrunc);`

Очистка кеша, с помощью записи цифры 3 в файл
/proc/sys/vm/drop_caches: `echo 3 > /proc/sys/vm/drop_caches`;

`time dd if=./benchfile of=/dev/null bs=1M count=10000`».

```
[root@vbox user]# time dd if=/dev/zero of=./benchfile bs=1M count=10000 conv=fdatasync,notrunc
10000+0 records in
10000+0 records out
1048576000 bytes (10 GB, 9,8 GiB) copied, 12,4819 s, 840 MB/s

real    0m12,494s
user    0m0,044s
sys     0m11,764s
[root@vbox user]# echo 3 > /proc/sys/vm/drop_caches
[root@vbox user]# time dd if=./benchfile of=/dev/null bs=1M count=10000
10000+0 records in
10000+0 records out
1048576000 bytes (10 GB, 9,8 GiB) copied, 11,4343 s, 917 MB/s

real    0m11,456s
user    0m0,017s
sys     0m8,805s
```

Рисунок 4. Команда dd

Загрузка и распаковка архива с ядром:

`wget https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v3.x/linux-3.13.7.tar.xz`;

`time tar xJf linux-3.13.7.tar.xz`».

```
[root@vbox user]# wget https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v3.x/linux-3.13.7.tar.xz
--2024-12-15 20:51:18-- https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v3.x/linux-3.13.7.tar.xz
Распознаётся www.kernel.org (www.kernel.org) - 146.75.117.55, 2a04:4e42:8d::311
Подключение к www.kernel.org (www.kernel.org)[146.75.117.55]:443... соединение установлено.
HTTP-запрос отправлен. Ожидание ответа... 200 OK
Длина: 77208416 (74M) [application/x-xz]
Сохранение а: «linux-3.13.7.tar.xz»

linux-3.13.7.tar.xz 100%[=====>] 73,63M 4,91MB/s за 11s
2024-12-15 20:51:30 (6,77 MB/s) - «linux-3.13.7.tar.xz» сохранён [77208416/77208416]

[root@vbox user]# time tar xJf linux-3.13.7.tar.xz

real    0m8,150s
user    0m7,130s
sys     0m4,473s
```

Рисунок 5. Распаковка архива с ядром

Тест с помощью утилиты Bonnie++: `bonnie++ -u root -d /home/user -s 10G -r 5G > /home/user/bonnie_output.txt`.

```
[root@vbox user]# bonnie++ -u root -d /home/user -s 10G -r 5G > /home/user/bonnie_output.txt

Using uid:0, gid:0.
Writing a byte at a time...done
Writing intelligently...done
Rewriting...done
Reading a byte at a time...done
Reading intelligently...done
start 'em...done...done...done...done...done...
Create files in sequential order...done.
Stat files in sequential order...done.
Delete files in sequential order...done.
Create files in random order...done.
Stat files in random order...done.
Delete files in random order...done.
```

Рисунок 6. Bonnie++

Для указания, например планировщика kyber на устройстве /dev/sda, используется команда: «echo kyber > /sys/block/sda/queue/scheduler».

```
[root@vbox ~]# echo kyber > /sys/block/sda/queue/scheduler
[root@vbox ~]# |
```

Рисунок 7. Смена планировщика

Для полноценного проведения тестирования команды для каждого планировщика были выполнены по 3 раза, а далее подсчитан средний результат.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица 1. Результаты тестов

Планировщик (среднее значение)	dd: запись (с)	dd: чтение (с)	hdparm: чтение из кэша (МБ/с)	hdparm: чтение с диска с буферизацией (МБ/с)	Тест распаковки ядра (реальное время)
BFQ	12,782	11,36	6293,276	862,763	8,62
kyber	13,687	10,739	6371,177	886,893	9,024
mq-deadline	13,567	10,191	6123,75	866	8,548
none	13,275	10,869	6123,193	907,62	8,63

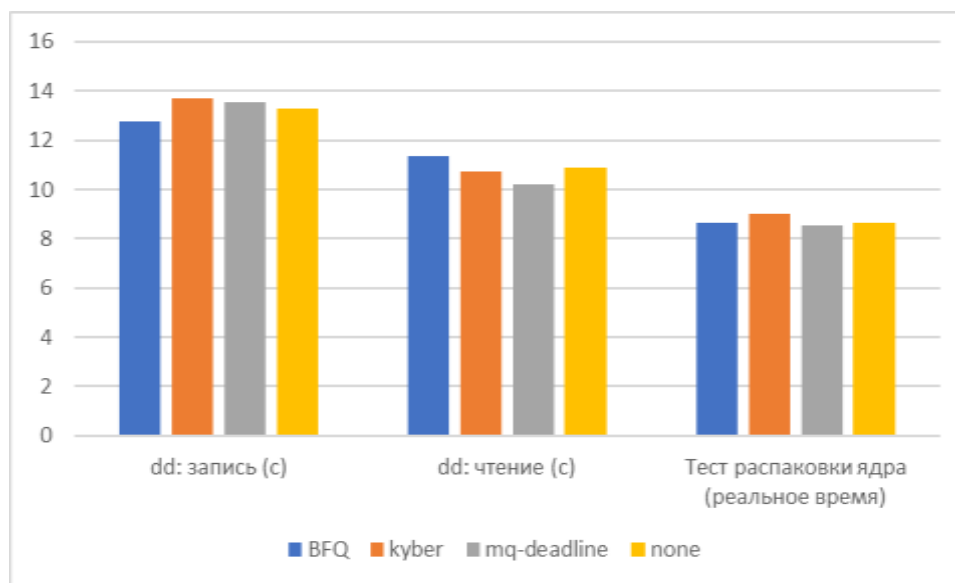


Рисунок 8. Результаты тестов dd и распаковки ядра

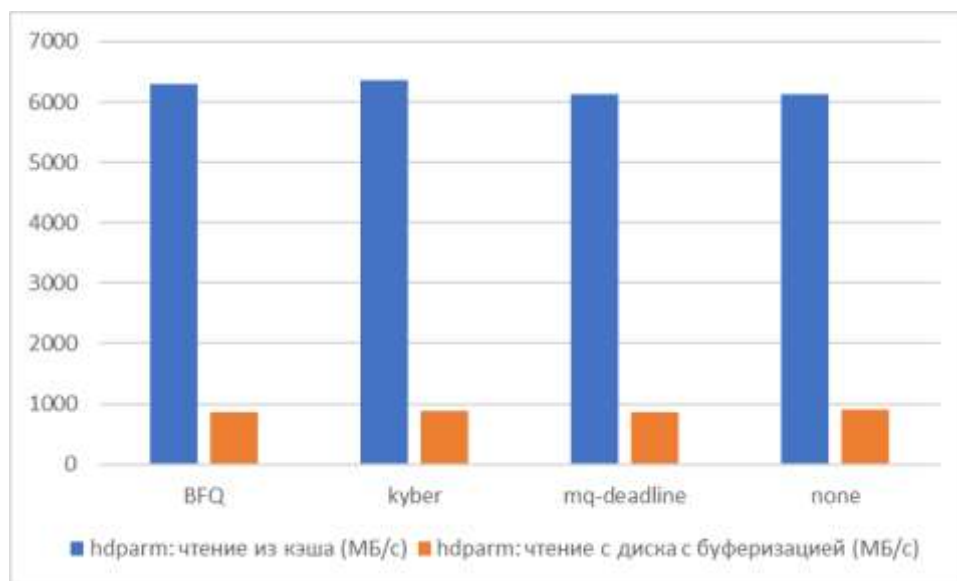


Рисунок 9. Результаты теста hdparm

Таблица 2. Результаты Bonnie++

Планировщик (среднее значение)	Задержка записи по символам (мкс)		Задержка записи по блокам (мкс)	Задержка перезаписи (мкс)	Задержка чтения по символам (мкс)	Задержка чтения по блокам (мкс)	Задержка случайного поиска (мкс)
BFQ	50175		32092	27339	16485	13263	7295
kyber	59352		18452	19192	18114	6953	11174
mq-deadline	62098		7670	18689	17612	2123	14578
none	55614		11509	18418	17588	6144	10529

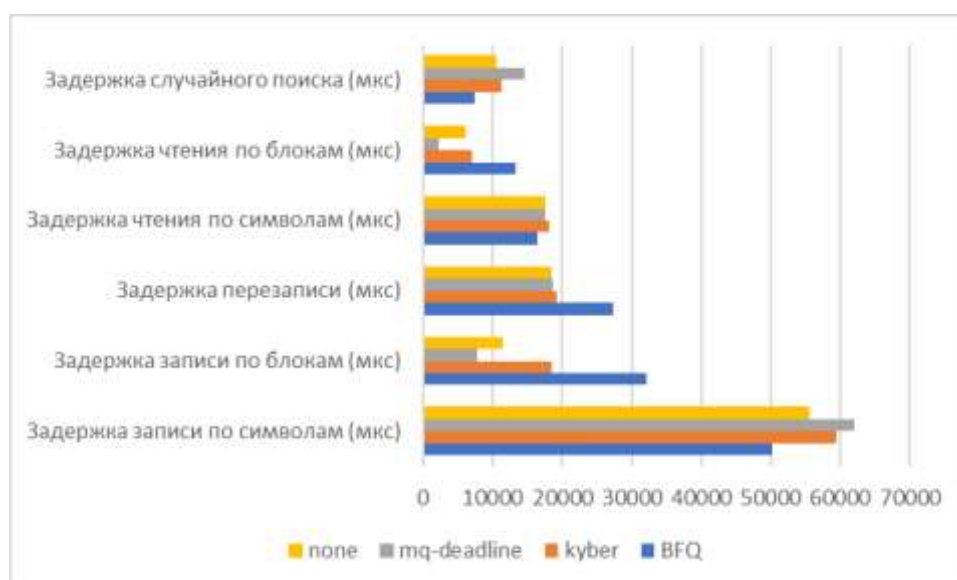


Рисунок 10. Результаты теста Bonnie++

Таблица 3. Результаты Bonnie++

Планировщик (среднее значение)	Задержка последовательного создания (мкс)	Задержка последовательного чтения (мкс)	Задержка последовательного удаления (мкс)	Задержка случайного создания (мкс)	Задержка случайного чтения (мкс)	Задержка случайного удаления (мкс)
BFQ	6319	1103	1568	1241	146	1007
kyber	11273	1067	1834	1182	173	1046
mq-deadline	12159	1571	1746	1457	144	1505
none	12625	1519	1589	2009	243	1180

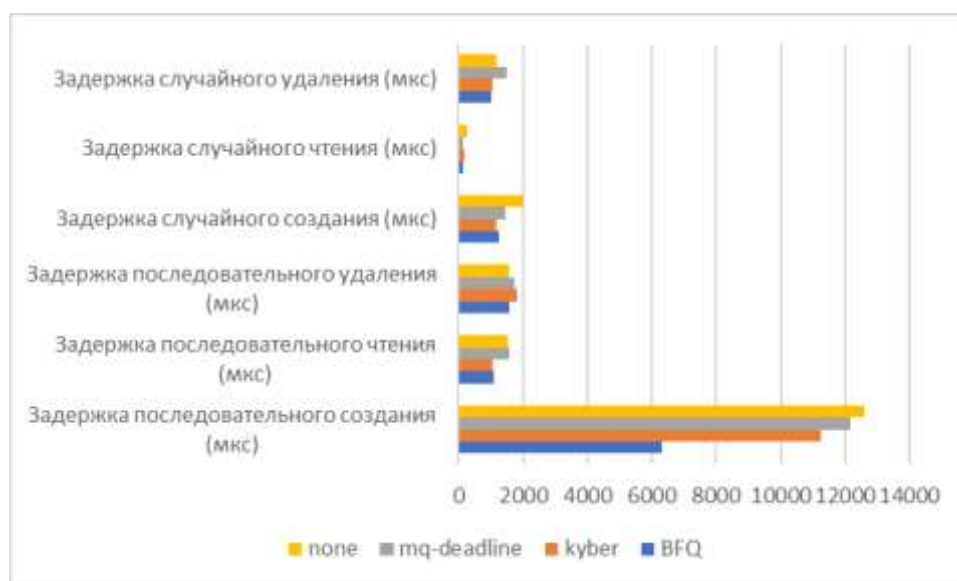


Рисунок 11. Результаты теста Bonnie++

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ производительности различных планировщиков ввода-вывода ядра Linux. Сначала проводился тест с помощью утилиты `hdparm`, далее команды `dd`, загрузки и распаковки архива с ядром, и в конце с помощью другой утилиты `Bonnie++`. Тесты для каждого планировщика выполнялись по три раза для подсчет среднего результата.

Запись с помощью команды `dd` вышла наиболее быстрой для планировщика BFQ, но наиболее медленной для него же по чтению. Утилитой `hdparm` удалось выявить наиболее быстрым на чтение из кэша – `mq-deadline` и `none`. По чтению с диска с буферизацией наиболее быстрый – BFQ. И исходя из теста распаковки архива ядра – `mq-deadline`.

Тест же с помощью `Bonnie++` на первое место вывел BFQ по задержке записи и чтения по символам, но на последнее по блокам данных. Первым в тех колонках можно назвать `mq-deadline`. Наименьшая задержка по перезаписи у `mq-deadline` и `none`. По случайному поиску – у BFQ, что также и в колонке по последовательному созданию, удалению. А

наименьшая задержка по последовательному чтению и случайному созданию файлов у kyber. В задержке по случайному чтению, удалению вновь лидирует BFQ.

Вышло так, что каждый планировщик смог отличиться по сравнению с остальными в каком-либо тесте, но наиболее часто встречающимися на первых местах были BFQ и mq-deadline.

В дальнейшем можно рассмотреть варианты проведения тестирования с более мощной и объёмной системой и также вывести результаты тестирования для HDD устройств хранения.

Список литературы

1. Планировщики ввода/вывода и процессов в Linux [Электронный ресурс]. URL: https://www.opennet.ru/base/sys/linux_schedulers.txt.html (дата доступа 14.01.2025).
2. Планировщик ввода/вывода [Электронный ресурс]. URL: https://redos.red-soft.ru/base/redos-7_3/7_3-equipment/7_3-using-ssd/7_3-io-scheduler/?nocache=1736779458021 (дата доступа 14.01.2025).
3. blk-mq и планировщики ввода-вывода [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/346844> (дата доступа 14.01.2025).
4. Разбираемся с обработкой ввода/вывода и планированием на блочном уровне [Электронный ресурс]. URL: <http://onreader.mdl.ru/ArchitectureDesignLinuxStorageStack/content/Ch06.html> (дата доступа 14.01.2025).
5. Improving performance (Русский) [Электронный ресурс]. URL: [https://wiki.archlinux.org/title/Improving_performance_\(Русский\)](https://wiki.archlinux.org/title/Improving_performance_(Русский)) (дата доступа 14.01.2025).
6. Уймин, А. Г. Цифровые двойники сетевых инфраструктур: точность, методы и практические решения / А. Г. Уймин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2023. – № 3(51). – С. 44-52. – DOI 10.24412/2221-2574-2023-3-44-52. – EDN QUSITK.
7. Сравниваем планировщики ввода/вывода ядра Linux [Электронный ресурс]. URL: <https://xakep.ru/2014/05/11/input-out-linux-planning> (дата доступа 14.01.2025).

УДК 004.89

Нуреев Д. Р.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Московский политехнический университет», Москва, Россия*

Разработка универсальных методов тестирования и проверки безопасности искусственного интеллекта

Аннотация. Статья посвящена разработке универсальных методов тестирования и проверки безопасности искусственного интеллекта (ИИ). В условиях быстрого роста применения ИИ в различных отраслях, обеспечение его надежности, безопасности и этичности становится критически важным. Рассматриваются существующие подходы к тестированию, включая функциональное тестирование, проверку на устойчивость к атакам, а также анализ этических и правовых аспектов. Описаны проблемы, такие как уязвимости моделей, предвзятость алгоритмов и недостаточная стандартизация методов тестирования. В статье предложены перспективные направления для разработки универсальных методов тестирования, включая применение симуляций, формальных методов верификации, автоматизации тестирования и использования открытых данных. Также рассматривается важность создания международных стандартов для унификации подходов к проверке ИИ. Работа подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода для создания эффективных и безопасных систем ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, тестирование ИИ, безопасность, устойчивость алгоритмов, этика ИИ, формальная верификация, автоматизация тестирования, предвзятость моделей, стандарты тестирования, открытые данные.

Nureev D. R.

Development of universal methods for testing and verifying the security of artificial intelligence

Abstract. This article is devoted to the development of universal methods for testing and verifying the safety of artificial intelligence (AI). With the rapid growth of AI applications in various industries, ensuring its reliability, security, and ethicality becomes critical. Existing testing approaches are reviewed, including functional testing, attack resistance testing, and ethical and legal analysis. Problems such as model vulnerabilities, biased algorithms, and insufficient standardization of testing methods are described. The article suggests promising directions for the development of universal testing methods, including the use of simulations, formal verification methods, test automation and the use of open data. The importance of creating international standards to unify approaches to AI verification is also discussed. The paper emphasizes the need for an interdisciplinary approach to create effective and secure AI systems.

Keywords: artificial intelligence, AI testing, security, stability of algorithms, AI ethics, formal verification, test automation, model bias, testing standards, open data.

Искусственный интеллект (ИИ) стал одной из ключевых технологий современного мира, оказывая влияние на множество сфер, включая здравоохранение, финансы, транспорт и оборону. Однако с ростом масштабов его применения возрастает и значимость проверки безопасности и

надежности этих систем. Непреднамеренные ошибки в алгоритмах, предвзятость моделей и угрозы со стороны злоумышленников могут привести к серьезным последствиям — от экономических потерь до рисков для жизни человека.

Современные методы тестирования ИИ нередко сфокусированы на отдельных аспектах, таких как функциональная точность или проверка на соответствие этическим стандартам. Однако такие подходы, как правило, разрознены и недостаточно адаптивны для обработки сложных сценариев. Это создает необходимость в разработке универсальных методов тестирования, которые обеспечат целостный анализ алгоритмов ИИ, охватывая их функциональную, этическую и техническую надежность.

Кроме того, стандартизация таких методов тестирования остается на низком уровне. В условиях, когда ИИ все чаще используется в критически важных системах, международное сообщество сталкивается с вызовом: как создать такие протоколы проверки, которые будут применимы к различным типам систем и учитывают потенциальные риски.

Настоящая статья посвящена исследованию проблем и перспектив разработки универсальных методов тестирования и проверки безопасности ИИ. В рамках работы анализируются современные подходы к тестированию, рассматриваются основные вызовы и предлагаются направления для создания универсальных решений, способных повысить устойчивость и прозрачность интеллектуальных систем.

Современные подходы к тестированию и проверке систем искусственного интеллекта охватывают широкий спектр методов, направленных на оценку функциональности, надежности и соответствия моделей установленным требованиям. Эти методы варьируются от стандартного функционального тестирования до сложных процессов анализа устойчивости к внешним воздействиям и проверок на соответствие этическим и правовым нормам. [1]

Одним из наиболее распространенных подходов является функциональное тестирование, которое заключается в проверке правильности выполнения задач, для которых предназначена модель. Такие тесты сосредоточены на точности предсказаний или принятии решений, основываясь на обучающих данных. Например, в системах распознавания образов функциональное тестирование может включать проверку способности алгоритма различать классы объектов на изображениях. Однако такие тесты, как правило, игнорируют более глубокие аспекты, такие как устойчивость модели к аномалиям или атакам. [1]

Одним из важных направлений является тестирование устойчивости ИИ к изменениям входных данных. Оно включает анализ поведения системы при воздействии так называемых "враждебных примеров" — искусственно созданных входных данных, которые способны вводить алгоритмы в заблуждение. Например, незначительные модификации изображения могут

привести к тому, что система классификации ошибочно идентифицирует объект. Этот метод тестирования демонстрирует важность анализа не только точности модели, но и ее устойчивости в реальных условиях эксплуатации. [2]

Тестирование прозрачности и интерпретируемости моделей стало еще одним значимым направлением. Сложные архитектуры, такие как глубокие нейронные сети, часто характеризуются низкой прозрачностью, что затрудняет понимание процесса принятия решений. В этой области применяются методы визуализации внутренних слоев сети, а также алгоритмы, объясняющие, почему модель выбрала определенный результат. Например, использование методик интерпретации, таких как Grad-CAM или SHAP, позволяет улучшить понимание работы модели, что особенно важно для медицинских и юридических приложений, где требуется обоснование каждого решения. [2]

Этические аспекты также становятся неотъемлемой частью тестирования. Разработка алгоритмов, свободных от предвзятости, требует проверки на наличие дискриминационных эффектов. Например, системы, принимающие решения на основе данных о пользователях, могут неосознанно учитывать факторы, связанные с полом, расой или возрастом, что может приводить к неравенству. Современные методы тестирования в этом направлении включают анализ распределения ошибок и оценку модели на данных из различных демографических групп. [3]

Наряду с этим, значительное внимание уделяется тестированию безопасности данных, используемых в ИИ. Разработка моделей, устойчивых к утечкам информации, требует проверки на защиту конфиденциальности, особенно в приложениях, работающих с медицинскими или финансовыми данными. Используются такие методы, как дифференциальная приватность и анализ риска восстановления исходных данных по выходам модели. [2]

Современные подходы к тестированию искусственного интеллекта демонстрируют разнообразие применяемых методов, каждый из которых решает определенные задачи и вносит вклад в повышение качества моделей. Однако интеграция этих методов в единую универсальную систему тестирования все еще остается вызовом, требующим дальнейших исследований и стандартизации. [3]

Безопасность искусственного интеллекта сталкивается с рядом значительных проблем, связанных как с техническими, так и с этическими аспектами. Одной из наиболее серьезных угроз являются уязвимости алгоритмов, которые могут быть использованы злоумышленниками для манипуляции или дестабилизации работы системы. Враждебные атаки, такие как подмена данных или использование специально подготовленных входных примеров, способны вывести из строя даже высокоточные модели. Например, минимальные изменения в данных могут привести к неправильной классификации объектов или принятия ошибочных решений в

критических приложениях, таких как автономное управление транспортными средствами. [3]

Одной из ключевых проблем остается недостаточная устойчивость моделей к неожиданным сценариям. Алгоритмы, обученные на фиксированных наборах данных, часто не способны адекватно реагировать на условия, выходящие за рамки этих данных. Такая ограниченность особенно опасна для систем, применяемых в реальном времени, где возможны различные форс-мажорные обстоятельства. Проблема усугубляется тем, что большинство тестовых наборов данных не отражают всей сложности реального мира, что снижает возможность объективной оценки надежности алгоритмов. [4]

Этические вопросы также представляют собой значительный вызов. Предвзятость алгоритмов, вызванная ограничениями обучающих данных или архитектурой моделей, может приводить к дискриминации или несправедливым решениям. Например, системы кредитного скоринга или подбора кандидатов на работу могут демонстрировать тенденции к предпочтению одних групп людей над другими, что ставит под сомнение справедливость таких технологий. Несмотря на активные исследования в этой области, выявление и устранение таких предвзятостей остается сложной задачей. [5]

Проблемы конфиденциальности и защиты данных пользователей играют не менее важную роль. Многие системы ИИ обрабатывают и хранят данные, которые могут быть использованы для восстановления личной информации, даже если она была обезличена. Утечки таких данных могут повлечь за собой серьезные правовые и репутационные последствия. Однако существующие методы обеспечения приватности, включая шифрование или применение дифференциальной приватности, зачастую либо недостаточно масштабируемы, либо влияют на производительность алгоритмов. [5]

Еще одной серьезной проблемой является отсутствие стандартов и протоколов, регулирующих процессы тестирования и проверки систем ИИ. Различные организации и исследовательские группы используют собственные методики оценки, что затрудняет объективное сравнение моделей и интеграцию решений в глобальном масштабе. Эта фрагментация замедляет внедрение передовых технологий в критически важных сферах, таких как медицина или транспорт. [4]

Все перечисленные вызовы подчеркивают необходимость разработки универсальных методов и инструментов тестирования, которые смогут не только выявлять уязвимости, но и предлагать пути их устранения. Это требует междисциплинарного подхода, объединяющего усилия специалистов из различных областей, а также активного международного сотрудничества для создания единых стандартов и протоколов. [4]

Разработка универсальных методов тестирования искусственного интеллекта требует создания подходов, которые охватывают весь спектр

проблем безопасности, надежности и этики. Универсальность таких методов должна заключаться в их способности адаптироваться к различным типам систем, независимо от их назначения, архитектуры и области применения. Основным принципом является интеграция существующих подходов с новыми решениями, обеспечивающими высокую степень надежности и прозрачности. [5]

Одной из ключевых стратегий является использование симуляций и стресс-тестирования, которые позволяют оценивать поведение моделей в экстремальных условиях. Симуляции помогают воспроизводить сценарии, которые могут возникнуть в реальной эксплуатации, включая редкие и нестандартные ситуации. Например, тестирование автономных транспортных средств в виртуальной среде позволяет безопасно изучать их реакцию на неожиданные препятствия или резкие изменения погодных условий. Такие методы могут быть дополнены стресс-тестами, анализирующими пределы устойчивости модели к перегрузкам или некорректным данным. [5]

Важным элементом универсальных методик является применение формальных методов верификации, которые обеспечивают строгий математический анализ поведения алгоритмов. Такие методы уже находят применение в программной инженерии, и их адаптация для ИИ открывает новые возможности для выявления потенциальных ошибок еще на стадии разработки. Например, верификация может использоваться для доказательства того, что модель удовлетворяет определенным требованиям безопасности или не содержит логических уязвимостей. [3]

Автоматизация тестирования играет важную роль в создании универсальных подходов. Использование методов автоматического генерации тестов и мониторинга позволяет снизить затраты времени и ресурсов на проверку моделей. Например, автоматизированные инструменты могут выявлять аномалии в работе алгоритмов путем сканирования больших объемов данных и анализа возможных корреляций. Эти системы способны обнаруживать неочевидные ошибки, которые трудно выявить вручную.

Не менее важным направлением является интеграция тестирования на основе открытых данных и коллективного анализа. Использование разнообразных наборов данных, доступных исследовательскому сообществу, позволяет более широко оценивать поведение моделей в различных условиях. Кроме того, открытые платформы для проверки алгоритмов способствуют созданию общедоступных стандартов и обмену опытом между специалистами.

Для обеспечения этических стандартов и справедливости алгоритмов важна разработка методов, которые автоматически оценивают предвзятость моделей и анализируют их влияние на различные демографические группы. Инструменты для проверки справедливости и прозрачности уже начинают

интегрироваться в современные подходы, но требуют дальнейшего развития, чтобы обеспечить их универсальность и масштабируемость.

Принятие универсальных стандартов тестирования на международном уровне является еще одним важным шагом. Создание единых протоколов и требований для проверки моделей позволит снизить фрагментацию подходов и обеспечит согласованность действий разработчиков, исследователей и регулирующих органов. Это, в свою очередь, упростит сертификацию систем ИИ, особенно в критически важных областях, таких как здравоохранение и транспорт.

Разработка универсальных методов тестирования искусственного интеллекта требует применения интегративного и междисциплинарного подхода. Совмещение симуляций, формальных методов, автоматизации и коллективного анализа создает основу для создания надежных, прозрачных и безопасных систем. Универсальность этих подходов может быть достигнута только через активное сотрудничество между исследовательскими центрами, коммерческими организациями и международными регуляторами.

Список литературы

1. Роман Михайлович Качалов, & Юлия Анатольевна Слепцова (2023). ФЕНОМЕН РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика, 25 (4), 5-16. doi: 10.15688/ek.jvolsu.2023.4.1
2. Ляпунцова Елена Вячеславовна, & Арм Ажи Азиз Салих (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: СТРАТЕГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, (3), 131-136. doi: 10.24412/2071-6168-2024-3-131-132
3. Наталья Шумафова Козлова, & Виталий Анатольевич Довгаль (2023). Анализ применения искусственного интеллекта и машинного обучения в кибербезопасности. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки, (3 (326)), 65-72. doi: 10.53598/2410-3225-2023-3-326-65-72
4. Намиот Д.Е., Ильюшин Е.А., & Чижов И.В. (2022). ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ. International Journal of Open Information Technologies, 10 (9), 135-147.
5. Кузнецов Сергей Валерьевич, Пелехов Денис Анатольевич, & Новлянский Владимир Владимирович (2024). РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБНАРУЖЕНИИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИИ КИБЕРАТАК. Наука и реальность/Science & Reality, (2 (18)), 57-60.

УДК 004.65

Наштыков Д. Е.

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Сравнение СУБД POSTGRES, TIMESCALE и CLICKHOUSE для хранения и обработки исторических данных биржевых торгов

Аннотация. В экономике прочно закрепились информационные системы, которые обрабатывают различные процессы, связанные с финансами. Одними из таких операций являются события купле-продаж ценных бумаг на бирже. Одновременно происходит большое кол-во данных операций, что предъявляет серьезные требования к СУБД, в которых данные о них будут храниться. В последствии эти данные используются для анализа. В рамках анализа происходит обработка этих данных в как в информационных системах, так и в самих СУБД. Некоторые из таких решений принимаются в ответ на новые операции, что предъявляет строгие требования к скорости чтения данных из систем. В рамках данного исследования проводится сравнение временных характеристик операций записи-чтения в трех СУБД: Postgres, Timescale, ClickHouse

Ключевые слова: Базы данных, временные характеристики, Postgres, Timescale, Clickhouse

Nashtykov D. E.

Comparison of POSTGRES, TIMESCALE and CLICKHOUSE databases for storing and processing historical exchange trading data

Abstract. Information systems that handle various financial-related processes are firmly entrenched in the economy. One of these operations is the purchase and sale of securities on the stock exchange. A large number of these operations occur simultaneously, which places serious demands on the DBMS in which the data about them will be stored. Subsequently, this data is used for analysis. As part of the analysis, these data are processed both in information systems and in the DBMS itself. Some of these decisions are made in response to new operations, which imposes strict requirements on the speed of reading data from systems. This study compares the time characteristics of write-read operations in three databases: Postgres, Timescale, and ClickHouse.

Keywords: Databases, time characteristics, Postgres, Timescale, Clickhouse

Введение

В экономике прочно закрепились информационные системы, которые обрабатывают различные процессы, связанные с финансами [1]. Одними из таких операций являются события купле-продаж ценных бумаг на бирже. Одновременно происходит большое кол-во данных операций, что предъявляет серьезные требования к СУБД, в которых данные о них будут храниться. В последствии эти данные используются для анализа. В рамках анализа происходит обработка этих данных в как в информационных

системах, так и в самих СУБД. Некоторые из таких решений принимаются в ответ на новые операции, что предъявляет строгие требования к скорости чтения данных из систем. Однако помимо одной из особенностей этих данных является их неизменность после появления.

На рынке представлено множество решений для данных задач. Все они ориентированы на работу с большим кол-вом записей. Одними из выделяющихся игроков являются три СУБД: Postgresql, Timescale, Clickhouse [5]. В рамках данной работы будет проведено сравнение данных программ с целью сравнить временные характеристики запросов чтения-записи.

Основная часть

Особенности данных биржевых торгов

Для анализа данные хранят в формате OCHLV, так же называемые торговыми свечами, которые представляют из себя характеристику временного периода и предоставляют 5 значений:

- Цена открытия(open) – цена, по которой была совершена первая сделка в периоде
- Цена закрытия(close) – цена, по которой была совершена последняя сделка в периоде
- Наивысшая цена(high) – наивысшая цена, по которой была совершена сделка в периоде
- Наименьшая цена(low) – наименьшая цена, по которой была совершена сделка в периоде
- Объем торгов(volume) – кол-во лотов, с которыми произошла сделка

Данные структуры данных позволяют проводить анализ различных периодов для выявления тенденций, а также принимать решения в зависимости от полученных результатов.

СУБД для сравнения

В рамках данной работы были выбраны 3 СУБД для сравнения: Postgres, Timescale и ClickHouse. Все эти базы данных являются программами с открытым исходным кодом и SQL-совместимым синтаксисом, что делает их частично взаимозаменяемыми при работе с данными [2][3][4]. Помимо этого, данные СУБД часто находят применение в сфере экономики [5].

Кратко рассмотрим их для лучшего понимания.

- Postgres – реляционная СУБД с открытым исходным кодом, отличающаяся высокой производительностью и возможностью хранить данные в различных форматах[2],
- Timescale – надстройка над Postgres, которая направлена на максимальное быстродействие при работе с временными рядами [3],

- ClickHouse – колоночная СУБД, нацеленная на обработку большого кол-ва аналитических запросов [4];

Отличительные особенности рассматриваемых СУБД

Следует отметить, что рассматриваемые СУБД представляют собой принципиально разные решения. Если Postgres и Timescale представляют собой OLTP базы данных [2][3], то Clickhouse является OLAP базой данных [4]. Фундаментальное отличие заключается в оптимизации ПО: OLTP базы данных нацелены на работу с транзакциями, то есть запись и изменение данных, а OLAP СУБД нацелены на аналитические запросы, которые представляют собой чтение и фильтрацию уже существующих данных [7].

Способ сравнения

Для сравнения будет использоваться эксперимент, в котором в каждую СУБД будет сначала записываться 100 000(сто тысяч) случайно созданных записей, после чего 100 раз будет проводиться считывания случайного кол-ва записей в количестве до 10 000 (десяти тысяч). Помимо этого, будет имитироваться запрос с агрегацией, поскольку подобные запросы активно применяются в аналитике.

Для усложнения запроса, при считывании будет запрашиваться только уникальный ключ записи и одна из цен.

Для уравнивания условий и исключения конкуренции за ресурсы используемой для теста системы, все три СУБД будут помещены в Docker контейнеры с одинаковым кол-вом ресурсов.

Для выполнения записей будет использована программа, написанная на языке go lang. Текст программы можно найти в приложении 1.

Для тестирования создадим идентичные по своей структуре таблицы в СУБД, которые будут хранить в себе OCHLV данные в отдельных столбцах. Помимо этого, каждая запись будет характеризоваться уникальным номером.

Дополнительно, создадим индексы в каждой СУБД по уникальному номеру записи. Это сделано для идентичности оптимизаций среди СУБД, поскольку Clickhouse создает индекс для уникального поля по умолчанию[4][6].

Результаты сравнения

Вывод программы представлен в листинге 1

```
2025-02-09 18:27:23 2025/02/09 15:27:23 Insert ClickHouse 93.478056ms
2025-02-09 18:27:23 2025/02/09 15:27:23 READ ClickHouse 181.701265ms
2025-02-09 18:27:23 2025/02/09 15:27:23 Aggregate ClickHouse
654.767974ms
2025-02-09 18:31:41 2025/02/09 15:31:41 Insert Timescale
4m18.866351099s
2025-02-09 18:31:42 2025/02/09 15:31:42 READ TimescaleDB 829.088676ms
2025-02-09 18:31:43 2025/02/09 15:31:43 Aggregate Timescale
1.042937583s
2025-02-09 18:36:30 2025/02/09 15:36:30 Insert Postgres
4m48.752994542s
```

```
2025-02-09 18:36:31 2025/02/09 15:36:31 READ Postgres 810.811409ms
2025-02-09 18:36:33 2025/02/09 15:36:33 Aggregate Postgres
2.118099094s
2025-02-09 18:36:33 2025/02/09 15:36:33 Benchmark completed.
```

Листинг 1

По нему видно, что Clickhouse показал более высокую скорость ввода данных, чем Postgres и Timescale. Помимо этого, Clickhouse показал и значительно более высокую скорость чтения данных.

Итоговая скорость Clickhouse оказалась примерно в 2753 раз быстрее, чем скорость работы СУБД, основанных на POSTGRES.

Стоит заметить, что результаты противоречат некоторым исследованиям, особенно исследованию разработчиков Timescale, которые в своих тестах получили обратные результаты [6].

Заключение

При сравнении временных характеристик чтения-записи Clickhouse показал значительно большую производительность по сравнению с традиционными реляционными СУБД, что делает эту программу более подходящей при анализе исторических данных биржевых торгов.

Однако значительно большее потребление памяти делает данную СУБД предметом риска для использующих ее информационных систем, поскольку использует значительно большее кол-во памяти на хранилище системы.

Список литературы

1. Concepts of Digital Economy and Industry 4.0 in Intelligent and information systems URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266660302100018X> (дата обращения 10.02.2025)
2. Документация Timescale URL: <https://docs.timescale.com/> (дата обращения 8.02.2025)
3. Документация Postgres URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения 8.02.2025)
4. Документация ClickHouse URL: <https://clickhouse.com/docs/> (дата обращения 8.02.2025)
5. Популярность различных СУБД в финансовой сфере URL: <https://www.quora.com/In-the-field-of-finance-which-database-is-most-popular-Microsoft-SQL-server-MySQL-Oracle-or-whatever> (дата обращения 8.02.2025)
6. Сравнение ClickHouse и Timescale URL: <https://www.timescale.com/blog/what-is-clickhouse-how-does-it-compare-to-postgresql-and-timescaledb-and-how-does-it-perform-for-time-series-data> (дата обращения 7.02.2025)
7. Сравнение OLTP и OLAP СУБД URL: <https://clickhouse.com/engineering-resources/oltp-vs-olap> (дата обращения 6.02.2025)

УДК 004.93'12

Никашов И. А.

Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, Россия

Анализ представлений объектов в алгоритмах трекинга

Аннотация. В статье рассматриваются основные способы представления объектов, применяемые в задачах трекинга в компьютерном зрении: геометрические модели, локальные признаки, шаблонные решения и глубокие нейронные сети. Рассматриваются их ключевые характеристики: простота реализации, вычислительная сложность, устойчивость к изменениям внешнего вида и способность противостоять окклюзиям. Геометрические описания обеспечивают наглядность, но теряют точность при существенных деформациях. Подходы на базе локальных признаков и шаблонов учитывают текстуру и контекст, однако требуют больших вычислительных ресурсов при анализе видеопоследовательностей. Глубокие нейронные сети обеспечивают многоуровневое представление и высокую инвариантность, что особенно важно для мониторинга, анализа движения и трекинга объектов в реальном времени.

Ключевые слова: трекинг объектов, компьютерное зрение, геометрические модели, глубокие нейронные сети.

Nikashov I. A.

Analysis of object representations in tracking algorithms

Abstract. The paper discusses the main object representation approaches used in computer vision tracking tasks: geometric models, local features, template-based solutions, and deep neural networks. It examines their key characteristics, including implementation simplicity, computational complexity, robustness to appearance changes, and resilience to occlusions. Geometric descriptions offer visual clarity but lose accuracy under significant deformations. Methods based on local features and templates consider texture and context yet demand considerable computational resources when analyzing video sequences. Deep neural networks provide multi-level representations and high invariance, which is especially crucial for monitoring, motion analysis, and real-time object tracking.

Keywords: object tracking, computer vision, geometric models, deep neural networks.

В современном мире компьютерного зрения трекинг объектов занимает ключевое место благодаря широкому спектру применений — от систем видеонаблюдения и робототехники до дополненной реальности.

Одной из серьёзных проблем данной области является задача наблюдения за объектами при различных трансформациях. Чувствительность этих систем наблюдения к геометрическим искажениям объектов делает эту задачу достаточно сложной. [1] Отслеживание объектов требует надежных и точных моделей представления, способных справляться с разнообразием условий окружающей среды и изменчивостью внешнего вида объектов.

Первым рассматриваемым подходом является геометрическое представление, в котором используются прямоугольники и эллипсы для описания объекта. Например, объект может быть описан при помощи ограничивающей рамки, описанной формулой (1).

$$B = (x, y, w, h) \quad (1)$$

где x и y – координаты верхнего левого угла рамки; w и h – её ширина и высота соответственно.

Для обновления положения рамки могут использоваться фильтры или алгоритмы оптимизации, например, минимизация ошибки поиска соответствия между текущим и предыдущим кадрами. Изменение положения рамки во времени отражает динамику движения объекта, а применение базовых оценок может сглаживать шумы и предсказывать будущую позицию ограничивающей рамки, примером может служить классический фильтр Калмана [2]. Аналогично, эллиптическое описание может быть задано уравнением (2).

$$\frac{(X - x_0)^2}{a^2} + \frac{(Y - y_0)^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

где x_0 и y_0 – центр эллипса; a и b – длины его полуосей.

Эллиптическая модель объекта способна эффективно описывать случаи, когда форма приблизительно соответствует овалу или окружности: к примеру, она хорошо подходит для некоторых лицевых контуров или круглых предметов. В отличие от прямоугольной рамки, эллипс более точно аппроксимирует границы объекта, а при добавлении параметра угла поворота может отражать и грубую ориентацию отслеживаемой структуры. Для трекинга лица это означает возможность улавливать повороты головы и при этом сохранять адекватное выделение ключевых зон лица.

Главные достоинства геометрических моделей связаны с их простотой внедрения, малой вычислительной нагрузкой и наглядностью выходных данных: параметры рамки или эллипса несложно интерпретировать и обновлять. Подобные подходы демонстрируют высокую эффективность, если наблюдаемые объекты практически не изменяют свою форму, а сцена не подвергается резким изменениям освещения или ракурса [3].

В то же время геометрические модели обладают серьёзными ограничениями с точки зрения учёта внутренней структуры и гибкости к деформациям. Если часть объекта оказывается перекрытой другими элементами сцены или он деформируется, эллиптическое или прямоугольное представление стремительно теряет точность и перестаёт адекватно описывать изменения. Поскольку в таких моделях отсутствует анализ текстуры, цвета и деталей структуры, они становятся уязвимыми при значительных изменениях внешнего вида и расположения объекта, что проявляется в динамичных сценах, где могут происходить резкие сдвиги освещения, появляться сильные окклюзии или существенно меняться угол обзора. В подобных ситуациях геометрические модели часто оказываются недостаточно надёжны, и для стабильного трекинга необходимо применять более сложные методы, способные учитывать внутренние признаки и детальное описание внешности объекта.

Таким образом, исходя из описанных ранее проблем геометрических представлений объектов было предложено использовать детализированные

описания, основанные на локальных признаках. Основная идея таких подходов заключается не в ограничении формы объекта примитивом, а в поиске и описании характерных точек на изображении. Каждая точка представляется набором признаков, устойчивых к различным преобразованиям сцены, что позволяет сохранить идентифицируемость объекта в широком спектре условий.

Важнейшим шагом при формировании описания на основе локальных признаков является выделение ключевых точек. В качестве примеров алгоритмов, выявляющих подобные точки, можно выделить следующие: SIFT (Scale Invariant Feature Transform); SURF (Speeded Up Robust Features); ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF). Эти методы позволяют найти области изображения, характеризующиеся высокой информативностью и сохраняющие свою «уникальность» при поворотах камеры, масштабировании или значительных изменениях освещения. Так, если камера сместится, приблизится к объекту, то выделенные ключевые точки в высокой степени совпадут с исходными.

После обнаружения ключевых точек для каждой из них формируется компактное числовое описание — дескриптор [4]. Его можно представить как «отпечаток» точки: в нём закодировано распределение яркости и текстуры вокруг ключевой области, а также направление и интенсивность градиентов. SIFT, к примеру, использует гистограммы направленных градиентов, формируя для каждой точки вектор признаков, стойкий к ротациям и умеренным изменениям масштаба. SURF упрощает и ускоряет вычисления за счёт использования гауссовых производных и интегральных изображений, а ORB ориентирован на оптимизацию под задачи реального времени, сочетая быструю детекцию ключевых точек (FAST) с ротационно-стабильными бинарными дескрипторами (BRIEF).

На этапе инициализации формируется «эталонный» набор дескрипторов, описывающих ключевые точки отслеживаемого объекта. В каждом следующем кадре процедура повторяется: происходит детекция ключевых точек сцены, для них вычисляются дескрипторы и затем сопоставляются с эталонными. Если некоторые новые точки демонстрируют высокую степень схожести своих дескрипторов с исходными, можно сделать вывод о том, где именно объект находится и в каком состоянии (позиция, масштаб, поворот). Важно, что часть точек может теряться из-за окклюзии или изменения внешнего вида остающиеся точки продолжают иметь совпадающие дескрипторы, трекинг сохраняется.

Практическая ценность такого подхода особенно велика в условиях непредсказуемых внешних факторов, когда классические геометрические модели, не учитывающие текстурные детали, становятся недостаточно надёжными. Локальные признаки делают систему более устойчивой к шуму, вариациям освещения, а также к частичному перекрытию объектов, что особенно важно в сценариях, связанных с динамическими сценами, сложной

геометрией и необходимостью отслеживания нескольких целей одновременно.

Следующим направлением в развитии методов представления объектов стали шаблонные модели. В отличие от подходов, основанных на признаках, данный класс методов предполагает использование готового эталонного образца, который затем сопоставляется с фрагментами текущего кадра. Если найден участок изображения, наиболее похожий на эталон, можно определить положение и, при необходимости, некоторые параметры изменения объекта.

Допустим, что есть фрагмент изображения, соответствующий объекту в начальном кадре, этот фрагмент можно рассматривать как матрицу интенсивностей пикселей, описываемую формулой (3).

$$T = \{T_{x,y} \mid x = 1, \dots, m; y = 1, \dots, n\} \quad (3)$$

где $m \times n$ – размеры шаблона; x, y – позиции на исходном изображении; T – шаблон.

На новом кадре изображение I может быть больше, и неизвестно, в какой части кадра находится искомый объект. Цель — найти такие координаты (u, v) , при которых фрагмент изображения наиболее похож на T , где фрагмент изображения представляет собой совокупность пикселей, описываемых формулой (4).

$$I_{u,v} = \{I_{x+u,y+v} \mid x = 1, \dots, m; y = 1, \dots, n\} \quad (4)$$

где x, y – позиции на исходном изображении; u, v – координаты искомого фрагмента; m, n – размеры изображения.

Для сравнения шаблона с фрагментом изображения используются меры, учитывающие корреляцию или разницу между значениями пикселей. Одна из распространённых метрик — нормированная взаимная корреляция (NCC), которая вычисляется по формуле (5). Чем выше значение NCC, тем сильнее фрагмент текущего кадра похож на шаблон.

$$NCC(u, v) = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (I_{x+u,y+v} - \bar{I}_{u,v})(T_{x,y} - \bar{T})}{\sqrt{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (I_{x+u,y+v} - \bar{I}_{u,v})^2 \times \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n (T_{x,y} - \bar{T})^2}} \quad (5)$$

где $\bar{T}$ – среднее значение яркости по шаблону T ; $\bar{I}_{u,v}$ – среднее значение яркости по фрагменту $I_{u,v}$; x, y – позиции на исходном изображении; u, v – координаты искомого фрагмента; m, n – размеры изображения.

Чтобы выполнить трекинг, на каждом новом кадре алгоритм перебирает различные позиции (u, v) в пределах некоторой области поиска и вычисляет NCC. Точка, в которой достигается максимум, предполагается местоположением объекта. Если объект сместился, деформировался несущественно или изменил своё освещение, метрика всё равно сработает, позволяя найти наиболее похожий участок изображения.

Главным достоинством шаблонных моделей является их простота и наглядность. Не требуется сложного обучения или определения локальных

признаков — достаточно иметь эталонный фрагмент. Подобный подход хорошо работает, если внешний вид объекта остаётся относительно стабильным и не слишком меняется между кадрами, при этом, если объект меняет ориентацию, становится меньше или больше, или на него падает тень, простое сопоставление шаблона может не дать корректных результатов. Кроме того, перебор всех возможных позиций в кадре может оказаться вычислительно затратным, особенно при больших размерах исходного изображения.

Глубокие нейронные сети, в частности сверточные нейронные сети, представляют собой обучаемые системы, формирующие многоуровневую репрезентацию объектов на основе исходных пиксельных данных. Сверточные слои могут быть интерпретированы как семейства параметрически определяемых фильтров, используемых для извлечения пространственно-локализованных признаков различной степени абстракции. Нейронные сети также хороши тем, что слабо чувствительны к искажениям входного сигнала и обеспечивают возможность получения классификатора, хорошо моделирующего сложную функцию распределения типов объектов.[5] На начальных этапах обработки сеть выделяет низкоуровневые характеристики (краевые элементы, локальные контрасты, базовые текстуры), а в более глубоких слоях — высокоуровневые признаки, отражающие сложные структуры и типичные детали формы, цвета или фактуры объекта. Такой подход позволяет повысить устойчивость к изменениям внешнего вида, геометрическим деформациям, вариациям освещения, частичным перекрытиям и масштабным преобразованиям, поскольку извлечённая признаковая репрезентация уже не напрямую привязана к исходным пиксельным значениям, а отражает внутреннюю структуру объекта в сжатом признаковом пространстве.

С точки зрения вычислительной математики, сеть реализует отображение множества пикселей (6), где входное изображение размерности $W \times H \times C$ каналами преобразуется в векторное представление размерности D , охватывающее существенные признаки рассматриваемого объекта.

$$\mathbb{R}^{W \times H \times C} \rightarrow \mathbb{R}^D \quad (6)$$

где W, H, C, D – размерности.

Высокая информативность и универсальность признакового пространства достигаются ценой значительных ресурсов и необходимости обширных тренировочных выборок. Кроме того, глубокие архитектуры нейронных сетей сложно интерпретировать: трудно формально доказать, какие именно характеристики сети считаны существенными в общем случае, и почему для конкретных сцен та или иная архитектура достигает лучших результатов.

Таким образом, выбор стратегии трекинга в значительной степени определяется балансом между желаемой точностью, устойчивостью к

изменениям, затратами вычислительных ресурсов и необходимой степенью интерпретируемости. К примеру, в условиях реального времени и на платформах с ограниченными ресурсами, где ситуация сохраняет относительную стабильность, отлично подходят простые геометрические описания. Если же сцена характеризуется умеренной динамикой и появляются частичные перекрытия или меняются текстурные особенности, то более эффективными оказываются подходы на базе локальных признаков или шаблонов. В наиболее же требовательных сценариях, связанных со значительными изменениями сцены и множеством динамических объектов, наибольшую ценность представляют решения с привлечением глубоких нейронных сетей, способные показывать высокую адаптивность и надежность. Примеры таких случаев включают систему автономного вождения, где необходимо удерживать устойчивый трекинг дорог, разметки [6] и других участников движения в условиях меняющейся окружающей среды, а также различные приложения в области дополненной реальности, где виртуальные элементы должны естественно накладываться на реальный мир при изменении угла обзора и освещения.

Список литературы

1. Титов Илья Олегович, Емельянов Геннадий Мартинович Система компьютерного зрения движущегося воздушного объекта // Компьютерная оптика. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kompyuternogo-zreniya-dvizhuschegosya-vozdushnogo-obekta> (дата обращения: 08.03.2025).
2. Соловей О. П., Иванов Н. Н. Алгоритм трекинга объектов в реальном времени с обработкой ошибок // Доклады БГУИР. – 2013. – №6 (76). – С. 31–35;
3. Митряев Г. А., Мельников Д. К. Исследование методов обнаружения объектов на изображении без использования алгоритмов машинного обучения // Известия ТулГУ. – 2024;
4. Захаров А. А., Жизняков А. Л., Титов В. С. Метод нахождения соответствий на изображениях с использованием структур дескрипторов // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, №5. – С. 810–817. – DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-5-810-817;
5. Друки А. А. Применение сверточных нейронных сетей для выделения и распознавания автомобильных номерных знаков на изображениях со сложным фоном // Известия ТПУ. – 2014. – №5;
6. Стахеева А. А., Вяткин Д. А. Распознавание дорожной разметки с помощью компьютерного зрения // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2023. – №4.

УДК – 004.8

Ермоленко С. В.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Сегментация медицинских 3d изображений segmentation of medical 3d images

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей сегментации медицинских 3D изображений, роли и преимуществ искусственного интеллекта в этом процессе. В рамках статьи анализируются основные модели ИИ, применяемые для целей сегментации КТ-снимков. Отмечается, что с помощью развития технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, сегментация стала более точной и автоматизированной. В заключение автор делает вывод о том, что сегментация медицинских 3D-изображений с использованием искусственного интеллекта — это активно развивающаяся область, которая значительно меняет подходы к медицинской диагностике и исследованию. Интеграция фреймворков, таких как MONAI, и современных архитектур нейронных сетей, таких как UNet, позволяет автоматизировать и улучшать процессы анализа, что в конечном счёте может привести к повышению качества медицинской помощи.

Ключевые слова: сегментация, КТ, 3D-изображения, единицы Хаунсфилда, контраст, искусственный интеллект, ИИ, U-Net, 3SegResNet.

Ermolenko S. V.

Segmentation of medical 3d images

Abstract. The article is devoted to the study of the features of segmentation of medical 3D images, the role and advantages of artificial intelligence in this process. The article analyzes the main AI models used for the purpose of segmentation of CT images. It is noted that with the development of artificial intelligence (AI) and machine learning technologies, segmentation has become more accurate and automated. In conclusion, the author concludes that segmentation of 3D medical images using artificial intelligence is an actively developing field that significantly changes approaches to medical diagnostics and research. The integration of frameworks such as MONAI and modern neural network architectures such as UNet makes it possible to automate and improve analysis processes, which can ultimately lead to improved quality of medical care.

Keywords: segmentation, CT, 3D images, Hounsfield units, contrast, artificial intelligence, AI, U-Net, 3sgresnet.

Цель исследования – установить особенности сегментации медицинских 3D изображений. Проблема исследования состоит в том, что сегментация медицинских 3D изображений является важной областью в радиологии, хирургии и медицинской визуализации. С помощью этой технологии специалисты могут извлекать, анализировать и визуализировать анатомические структуры и патологии, что существенно повышает точность диагностики и планирования лечения. Методология исследования включает в себя анализ научной медицинской литературы и изучение моделей использования ИИ в сегментации изображений.

Сегментация изображений – это процесс разделения изображения на несколько сегментов (или областей), что упрощает его анализ. В контексте медицинской визуализации, изображение, полученное с помощью КТ, может рассматриваться как тензор — многомерный массив данных. Каждое значение в этом тензоре соответствует определенному уровню радиации, зарегистрированному в конкретной точке тела пациента. С точки зрения математики, тензор — это обобщение скаляров и векторов, позволяющее описывать более сложные структуры данных. Примером могут служить трехмерные изображения КТ, где тензор имеет три измерения: ширина, высота и глубина. Каждое значение внутри этого тензора указывает на плотность тканей (например, костная, жировая, мышечная) и может варьироваться в зависимости от структуры, которая исследуется. [1].

Компьютерная томография (КТ) — это один из самых мощных инструментов современной медицинской диагностики, позволяющий получить детализированные изображения внутренних структур организма. Этот метод основан на принципе рентгеновского обследования и анализирует последствия прохождения рентгеновских лучей через различные ткани. В результате КТ создает монохромные изображения тонких срезов тела, которые исследуются врачами для выявления заболеваний и нарушений. Основой компьютерной томографии является использование рентгеновских лучей, которые посылаются из различных углов на обследуемую область. Датчики фиксируют количество рентгеновского излучения, прошедшего через ткани, и на основании этих данных создаются изображения [8].

Изображения, полученные с помощью КТ, представлены в монохромных цветах, что помогает выделить различия в плотности тканей. На снимках кости визуализируются в белом цвете благодаря высокой плотности, что позволяет легко их идентифицировать. Газ и воздух, имеющие низкую плотность, отрисовываются в чёрном цвете, что также важно для диагностики, например, в случае наличия газов в абдоминальной области. В то же время все остальные ткани, такие как мышцы, жировая ткань и внутренние органы, отображаются в различных оттенках серого. Интенсивность этих оттенков зависит от их плотности: чем плотнее ткань, тем светлее её изображение [2].

Единицы Хаунсфилда (HU) представляют собой безразмерные единицы, используемые в компьютерной томографии (КТ) для стандартизированного выражения рентгеновских чисел. Эта шкала была разработана доктором Ричардом Хаунсфилдом, одним из пионеров КТ, и на сегодняшний день является основным инструментом для оценки различных тканей и материалов в организме человека. Шкала Хаунсфилда основывается на способности различных объектов ослаблять рентгеновское излучение. Точкой отсчета для этой шкалы служит

дистиллированная вода, которой присваивается значение 0 единиц Хаунсфилда. Все другие материалы и ткани имеют свои значения в зависимости от их рентгеновской плотности. Для вычисления единиц Хаунсфилда (HU) для материала X с коэффициентом линейного ослабления μ_X применяется следующая формула:

$$HU = (\mu_X - \mu_{\text{water}}) / (\mu_{\text{water}} - \mu_{\text{air}}) \times 1000,$$

где μ_{water} и μ_{air} — коэффициенты линейного ослабления для воды и воздуха при стандартных условиях.

В качестве отправной точки взята способность дистиллированной воды ослаблять излучение. Её «рентгеновская плотность» по шкале Хаунсфилда равна нулю. Одна единица шкалы Хаунсфилда соответствует 0,1% разницы в ослаблении излучения между водой и воздухом. Это примерно 0,1% коэффициента ослабления воды, поскольку коэффициент ослабления воздуха практически равен нулю.

Диапазон единиц шкалы, соответствующий степени ослабления излучения тканями и органами, находится в пределах от -1024 до +3071. Это означает, что шкала содержит 4096 оттенков серого. Некоторые средние денситометрические показатели: жир имеет плотность около -100... -120 единиц Хаунсфилда, газ — около -1000 единиц. Плотность крови по этой шкале колеблется в диапазоне 50...75 единиц (в зависимости от содержания гемоглобина — чем больше, тем выше плотность). Плотность костей составляет 400...600 единиц, а плотность металлов может достигать 1000 и более единиц Хаунсфилда.

Единицы Хаунсфилда играют важную роль в медицинской визуализации, позволяя врачам и радиологам быстро и точно интерпретировать результаты КТ. С их помощью можно не только различать типы тканей, но и выявлять патологические изменения, такие как опухоли, воспаления или травмы. Например, опухоли и новообразования часто имеют уникальные значения HU, что может помочь в их выявлении, а патологии легких, такие как пневмония или эмфизема, отображаются через аномальные значения плотности, определяемые по шкале Хаунсфилда [3].

Контраст в компьютерной томографии (КТ) — это специальное вещество, которое вводится в организм для повышения качества изображений и улучшения видимости тканей и органов. Чаще всего используются рентгеноконтрастные вещества на основе йода или сульфата бария. Их применение играет ключевую роль в диагностике различных заболеваний. Контрастный препарат увеличивает разницу между плотностями различных тканей, что делает снимки более чёткими и информативными. В компьютерной томографии (КТ) для улучшения качества визуализации используется специальное вещество, которое повышает плотность тканей. Это вещество взаимодействует с рентгеновскими лучами и задерживает их, что позволяет более детально

рассмотреть даже самые мелкие патологии и изменения в сосудах. Принцип работы контрастного вещества основан на том, что опухоли, особенно злокачественные, имеют более интенсивное кровоснабжение, чем здоровые ткани. Поэтому контраст накапливается в опухолях, что позволяет отличить их от здоровых тканей на изображении.

Введение контрастного препарата позволяет значительно улучшить визуализацию различных структур тела. Это особенно важно при исследовании сложных анатомических зон, где различия в плотности тканей могут быть минимальными. Контраст помогает обнаружить такие серьезные проблемы, как опухоли, воспалительные процессы, сосудистые аномалии и повреждения внутренних органов. Например, наличие опухоли будет заметно благодаря накоплению контраста в патологически измененных участках. вещества позволяют оценить кровоснабжение органов и тканей. Это становится критически важным при выявлении участков с нарушенным кровотоком, что может указывать на различные сосудистые заболевания.

Влияние ИИ на сегментацию снимков КТ:

1. Повышение безопасности метода

ИИ предоставляет возможность извлечь максимальное количество информации из КТ-снимков, что позволяет врачам более точно интерпретировать данные. В некоторых случаях возможно создание реконструкций изображений из нескольких срезов, что улучшает качество визуализации. Процессы обработки и фильтрации, основанные на алгоритмах ИИ, помогают устранить шум и артефакты, увеличивая надежность полученных результатов и минимизируя риск неверной интерпретации.

2. Обнаружение малозаметных патологий

Современные алгоритмы машинного обучения способны проводить сегментацию изображений, выделяя зоны интереса, что позволяет идентифицировать небольшие патологические образования, характерные для начальных стадий заболеваний. Эта функция ИИ критически важна для ранней диагностики, поскольку своевременное обнаружение изменений может существенно повлиять на исход лечения [4].

3. Уменьшение времени интерпретации изображения

Автоматизация рутинных процессов, таких как оценка объема поражения и формирование предварительных отчетов, значительно сокращает время, необходимое для интерпретации КТ-снимков. Это, в свою очередь, облегчает взаимодействие между медицинскими работниками и ускоряет процесс диагностики, что особенно важно в неотложной медицине.

4. Повышение клинической достоверности результатов

Алгоритмы машинного обучения способны выявлять скрытые закономерности в изображениях и проводить количественную оценку

патологических областей. Когда данные визуализации объединяются с клиническими показателями, это позволяет предсказать исход заболевания с высокой точностью. Такой подход способствует более обоснованным решениям в лечении пациентов [5].

Наиболее эффективным считается гибридный подход, при котором ИИ выполняет первичную обработку и скрининг потока обследований, а затем отбирает результаты, требующие тщательной проверки со стороны врачей-радиологов. Такой подход сочетает в себе скорость и эффективность ИИ с опытом и интуицией медицинских специалистов. Врач-диагност, опираясь на результаты компьютерного анализа, может валидировать данные и формировать окончательное суждение о диагнозе, а также разрабатывать рекомендации для дальнейшего ведения пациента.

Сегментация изображений является ключевой задачей в области медицинской визуализации, особенно в контексте компьютерной томографии (КТ). Правильная сегментация органов и патологий позволяет врачам более точно и быстро ставить диагнозы и разрабатывать планы лечения. В последние годы модели искусственного интеллекта, особенно сверточные нейронные сети, зарекомендовали себя как эффективные инструменты для решения задач сегментации.

U-Net — это одна из наиболее популярных архитектур для сегментации изображений, разработанная для обработки биомедицинских изображений. Она была первоначально предложена для сегментации клеточных изображений, однако её применение быстро распространилось на множество других задач, включая сегментацию медицинских изображений, таких как КТ. Архитектура U-Net основана на концепции энкодеров и декодеров. Сначала изображение проходит через серию сверточных слоев и пулинг-операций, которые уменьшают его размер и выделяют ключевые характеристики. Затем, на этапе декодирования, U-Net восстанавливает исходный размер изображения, комбинируя глубокие особенности с высокоуровневыми признаками, что позволяет достичь высокоточной сегментации. В контексте сегментации повреждений лёгких на КТ-снимках, усовершенствованная модель U-Net может использовать такие предобученные модели, как EfficientNet-b5 и их комбинации, например, EfficientNet-b5 и EfficientNet-b7. Эти модели, будучи обученными на больших размеченных данных, могут лучше справляться с особенностями различных анатомических структур и патологиями, что критически важно для диагностики заболеваний на изображениях КТ[6].

1nnU-Net — это более адаптивная версия сети U-Net, которая автоматически настраивает методы предобработки, архитектуру и постобработку под конкретные задачи сегментации. Одна из ключевых особенностей 1nnU-Net — это возможность подстраивать архитектуру под различные варианты задач, учитывая характеристики входных данных. Ключевые параметры настраиваются в виде диапазонов, что позволяет

гибко адаптироваться к данным различных размеров и разрешений. Эта модель продемонстрировала выдающиеся результаты в сегментации анатомических структур и патологий, обеспечивая высокую точность и воспроизводимость результатов.

Ещё одна нейронная сеть, которая используется для анализа медицинских изображений, — это DenseNet. Она была разработана в 2016 году Гао Хуангом, а в 2017 году его работа о плотно связанных свёрточных сетях получила награду на конференции по компьютерному зрению и распознаванию образов (CVPR). Особенность DenseNet в том, что каждый следующий слой получает дополнительные входные данные.

3SegResNet — это мощная модель сегментации, основанная на концепции ResNet, которая применима для сегментации почечных структур на изображениях контрастной компьютерной томографии. Архитектура ResNet использует остаточные связи, что помогает избежать проблемы затухающего градиента и делает обучение более эффективным. Для сегментации почек 3SegResNet адаптируется к специфическим характеристикам почечных структур, обучаясь на размеченных данных. Эта модель может обрабатывать сложные сценарии, такие как перекрытия между различными структурами, что критически важно для точной диагностики заболеваний почек [7].

Среди новых архитектур можно выделить SAUNet (Shape Attentive U-Net), разработанную в 2020 году Джесси Суном. Эта сеть предназначена для сегментации медицинских изображений. SAUNet демонстрирует впечатляющие результаты при сегментации изображений MPT сердца. Архитектура сети состоит из компонентов U-Net, DenseNet и GatedSCNN, в которой реализована идея подавления шумов.

Таблица 1. – Виды моделей для сегментации изображений

	Название модели	Преимущества	Архитектура	Год создания	Ссылка на GitHub
1.	U-Net	Эффективно работает с малыми размерами выборки; высокая точность сегментации	Конволюционные сети	2015	[U-Net](https://github.com/zhixuhao/unet)
2.	Mask R-CNN	Позволяет сегментировать объекты и определять их границы; быстрое обнаружение объектов	Региональная свертка	2017	[Mask R-CNN](https://github.com/matterport/Mask_RCNN)
3.	V-Net	Хорошо подходит для 3D-сегментации; эффективное использование ресурсов	3D конволюционные сети	2017	[V-Net](https://github.com/faizann24/V-Net)

4.	BrainSeg	Специализирован для сегментации изображений мозга; высокая точность	U-Net	2020	[BrainSeg](https://github.com/BrainSeg/BrainSeg)
----	----------	---	-------	------	--

Для автоматической сегментации можно также использовать более сложные методы, такие как процесс, описанный в патенте RU2020126028A. Этот подход включает в себя извлечение из медицинского изображения девяти субизображений, анализ и сегментацию каждого из них при помощи девяти отдельных свёрточных нейронных сетей (CNN). Результаты сегментации объединяются в одно единое изображение, что позволяет достичь более точных и полных результатов по сравнению с традиционными методами.

Таким образом, сегментация медицинских 3D-изображений с использованием искусственного интеллекта — это активно развивающаяся область, которая значительно меняет подходы к медицинской диагностике и исследованию. Интеграция фреймворков, таких как MONAI, и современных архитектур нейронных сетей, таких как UNet, позволяет автоматизировать и улучшать процессы анализа, что в конечном счёте может привести к повышению качества медицинской помощи. Патенты и новые разработки, такие как в RU2020126028A, открывают новые горизонты для дальнейших исследований и применения алгоритмов ИИ в медицине.

Список литературы

1. Никифоров В.С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике ишемической болезни сердца / В.С. Никифоров // Consilium Medicum. 2017. Т.19. №1. С.18-24.
2. Макаревич К.С., Лиманова Н.И. Оптимизация архитектур свёрточных нейронных сетей для сегментации медицинских изображений компьютерной томографии // Вестник науки №1 (82) том 4. С. 862 - 870. 2025 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/21123> (дата обращения: 29.01.2025 г.).
3. Зеленина Л.И., Хаймина Л.Э., Деменкова Е.А., Деменков М.Е., Хаймин Е.С., Хрипунов Д.Д. /Сверточные нейронные сети в задаче классификации медицинских изображений // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 9. – С. 68-73; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38818> (дата обращения: 27.01.2025).
4. Доронищева А.В., Савин С.З. Метод сегментации медицинских изображений // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5-2. – С. 294-298; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38210> (дата обращения: 27.01.2025).

5. Джозеф Р. Инглэнд, Филлип М. Ченг. Искусственный интеллект для анализа медицинских изображений: руководство для авторов и рецензентов // American Journal of Roentgenology. 2019. – С. 513-519.
6. Дороничева А.В., Савин С.З. Методы распознавания медицинских изображений для задач компьютерной автоматизированной диагностики // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.
7. Косых Н.Э., Смагин С.И., Гостюшкин В.В., Савин С.З., Литвинов К.А. Система автоматизированного компьютерного анализа медицинских изображений // Информационные технологии и вычислительные системы. 2011. № 3. С.52–60.
8. Крушинский А.Г. Влияние КТ-диагностики на лечебный процесс муниципального медицинского учреждения // Вестн. рентген. 2005. - №6. — С. 4-15

Экономика и управление

УДК 338.1
JEL H10

Чжан Юэсяо

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Основные тенденции развития ESG- повестки: обзор в России

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые тенденции развития ESG (экологической, социальной и управленческой) повестки в России. В последние годы в стране наблюдается активизация законодательных инициатив, которые оказывают значительное влияние на практику компаний в области экологической ответственности и социальной справедливости. Эти инициативы охватывают широкий спектр вопросов, включая повышение стандартов экологической безопасности, защиту прав работников и участие бизнеса в решении социальных проблем. Анализируются законодательные инициативы, влияющие на практику компаний в области экологической ответственности и социальной справедливости. Программы, разработанные для улучшения состояния природных ресурсов и стимулирования устойчивого развития, становятся все более интегрированными в бизнес-стратегии крупных компаний. В рамках данной статьи рассматриваются действующие программы России в области климата и инициатив устойчивого развития. Изучаются расходы крупных отечественных корпораций (среди которых, ПАО Россети, ПАО «Сбербанк, ГМК Норильский никель) на цели устойчивого развития, а также предлагается прогноз развития ESG-повестки в России, который основывается на текущих трендах, законодательных инициативах и изменениях в поведении инвесторов. Отчетность по ESG становится стандартом, который помогает корпорациям не только привлекать внимание инвесторов, но и повышать свою репутацию среди потребителей.

Ключевые слова: ESG, Россия, законодательные инициативы, государственные программы, ПАО Норникель, ПАО «Сбербанк», ПАО Россети.

Zhang Xiao

The main trends in the development of the ESG agenda: an overview in Russia

Abstract. This article examines the key trends in the development of the ESG (environmental, social and managerial) agenda in Russia. In recent years, there has been an intensification of legislative initiatives in the country, which have a significant impact on the practice of companies in the field of environmental responsibility and social justice. These initiatives cover a wide range of issues, including improving environmental safety standards, protecting workers' rights and business participation in solving social problems. Legislative initiatives affecting the practice of companies in the field of environmental responsibility and social justice are analyzed. Programs designed to improve the state of natural resources and promote sustainable development are becoming increasingly integrated into the business strategies of large companies. This article examines Russia's current climate programs and sustainable development initiatives. The expenses of large domestic corporations (including PJSC ROSSETI, PJSC Sberbank, MMC Norilsk Nickel) for sustainable development are studied, and a

forecast for the development of the ESG agenda in Russia is proposed, which is based on current trends, legislative initiatives and changes in investor behavior. ESG reporting is becoming a standard that helps corporations not only attract the attention of investors, but also improve their reputation among consumers.

Keywords: ESG, Russia, legislative initiatives, government programs, trends, Norilsk Nickel, Sberbank PJSC, Rosseti.

Введение

Идея устойчивого развития появилась в 1960-х годах, когда экологические активисты начали анализировать, как экономический рост влияет на природу. С тех пор в обществе активно обсуждаются различные подходы к понятиям устойчивости и устойчивого развития. Одним из самых известных документов, определяющих эти термины, является отчет «Наше общее будущее», выпущенный под эгидой Организации Объединенных Наций.

В 1987 году Комиссия по окружающей среде и развитию представила доклад Брундтланд, в котором было дано определение устойчивого развития. Это понятие охватывает такую модель прогресса, которая позволяет удовлетворять потребности современности, не ставя под угрозу возможность будущих поколений обеспечивать свои нужды. Инициативы, связанные с устойчивым развитием, направлены на создание инклюзивного и устойчивого будущего как для людей, так и для планеты [1-2].

Достигнуть устойчивого развития можно только при гармоничном взаимодействии трех основных факторов: экономического прогресса, социальной согласованности и охраны природы. Эти аспекты глубоко взаимосвязаны и играют критическую роль в обеспечении благополучия как отдельного человека, так и всего общества.

Основная часть

За последние годы индустрия устойчивого развития в России претерпела значительные изменения. Циклы «отчаяния, надежды, возрождения и спада» стали характерной чертой множества российских инициатив в области ESG. Тем не менее, осенью 2023 года президент Российской Федерации утвердил указ о новой климатической доктрине, что, безусловно, стало важным шагом вперед [3].

Данный указ направлен на формирование стратегии по адаптации к изменениям климата и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Доктрина включает в себя меры по улучшению экологической ситуации, развитию устойчивых технологий, охране биоразнообразия и повышению энергоэффективности. Основное внимание уделяется интеграции климатических аспектов в различные сферы экономики и социальной жизни, а также международному сотрудничеству в области климатической политики.

В рамках новой климатической доктрины Российской Федерации рассматриваются механизмы регулирования выбросов, включая введение квот на выбросы парниковых газов. Основные аспекты, касающиеся квот и других инструментов регулирования, могут включать [4-5]:

1. Квоты на выбросы парниковых газов: Это может означать введение системы торговли квотами, которая позволит предприятиям торговать разрешениями на выбросы. Такой подход стимулирует снижение выбросов, так как компании, сокращающие свои выбросы, могут продавать излишки квот другим компаниям.

2. Экологические платежи и компенсации: Предусматриваются механизмы, позволяющие предприятиям уплачивать экологические сборы за превышение установленных норм выбросов, которые затем могут быть использованы для финансирования программ по охране окружающей среды.

3. Поддержка устойчивого развития: Разработка стимулов для компаний, переходящих на более экологически чистые технологии, и создания зеленых рабочих мест.

4. Мониторинг и контроль: Внедрение систем мониторинга для оценки объемов выбросов и воздействия на природу, что позволит эффективно применять механизмы регулирования.

Ранее именно отсутствие прогресса в экологическом направлении являлось основным фактором стагнации и пессимизма в этой области. Тем не менее, события, последовавшие за указом о климатической доктрине, внушают оптимизм.

Государственные программы в России, направленные на поддержку климата и устойчивое развитие, включают ряд инициатив, предусматривающих меры по борьбе с изменением климата, охране окружающей среды и развитию зеленой экономики (табл. 1).

Таблица 1 Действующие программы России в области климата и инициатив устойчивого развития

Название программы	Цели	Ключевые инициативы	Ожидаемые результаты
Национальная программа "Экология"	Устойчивое развитие и защита экосистем	Проекты по улучшению качества воды и воздуха, утилизация отходов	Снижение уровня загрязнения, рост биоразнообразия
Климатическая доктрина РФ	Достижение углеродной нейтральности	Сокращение парниковых газов, адаптация к климатическим рискам	Формирование механизма учета выбросов
Государственная программа по развитию сельского хозяйства	Повышение устойчивости к климатическим изменениям	Поддержка устойчивых агротехнических практик	Увеличение продовольственной безопасности

хозяйства	изменениям	практик, селекция устойчивых сортов	
Программа "Чистая страна"	Совершенствование системы обращения с отходами	Создание инфраструктуры для переработки отходов, ликвидация свалок	Улучшение санитарного состояния, снижение загрязнения
Финансирование зеленых проектов	Стимулирование инвестиций в экологически чистые технологии	Зеленые облигации, субсидирование для компаний	Увеличение финансирования устойчивых проектов
Международные инициативы	Участие в мировых экологических соглашениях	Активное участие в Парижском соглашении	Устойчивое сотрудничество с другими государствами

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

За 2021 год объем сектора устойчивого развития вырос в восемь раз и составил 192 млрд рублей (на 31.12.2020 – 24 млрд рублей) [4-6].

В рамках национальных проектов, связанных с экологией и устойчивым развитием, выделяются значительные средства. Например, в программе «Экология», запущенной в 2018 году, было предусмотрено инвестирование порядка 4 трлн рублей до 2024 года, включая проекты по очистке рек, борьбе с загрязнением и улучшению качества воздуха [7].

Россия активно развивает проекты в области возобновляемой энергии, такие как солнечные и ветровые электростанции. На 2023 год объем инвестиций в эту область составляет миллиарды рублей, и ожидается дальнейший рост.

Компания «Россети», являющаяся одним из крупнейших операторов электроэнергетических сетей в России, активно внедряет принципы устойчивого развития в свою корпоративную стратегию (табл. 2).

Таблица 2 Статистика расходов на устойчивое развитие компании ПАО «Россети»

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Выбросы парниковых газов (прямые)1, т. CO2-экв	54397,1	54688,8	54521,9	52893,8	50865,4
Выбросы парниковых газов (косвенные)2, т. CO2-экв	70683,5	66661,5	72899,4	71322,5	69015,3
Затраты на реализацию комплексной программы по снижению рисков травматизма персонала, млн руб.	1079,8	697,2	877,6	831,6	1499,4
Затраты на реализацию Комплексной программы	151,5	121,2	139,0	155,9	205,8

по снижению рисков травматизма сторонних лиц, млн руб.					
Потребление энергетических ресурсов на хозяйственные нужды, т.у.т.	20953,3	19816,2	22077,5	21484,9	20540,5
Расходы на охрану окружающей среды, млн руб.	42,0	45,7	36,2	35,8	42,3
Образовано отходов, всего тонн	7046,8	7969,8	6910,0	7906,2	8164,2
Переработано отходов, всего тонн	2471,1	2435,5	1645,7	2854,3	2816,9

Источник / Source: составлено авторами на основе данных отчета устойчивого развития ПАО «Россети» URL: <https://ar23.rosseti.ru/ru/sustainable-development/> compiled by the authors based on data from the Sustainable Development Report of PJSC «Rosseti» URL: <https://ar23.rosseti.ru/ru/sustainable-development>

ПАО «Сбербанк» — это ведущий банк не только в России, но и в Центральной и Восточной Европе, а также один из ключевых международных финансовых институтов под торговой маркой «Сбер». Он был удостоен ESG-рейтинга AAA от рейтингового агентства НКР, что является высшей отметкой за соответствие стандартам в области экологии, социальных вопросов и корпоративного управления. Уникальность этого достижения заключается в том, что Сбер стал первой российской организацией, получившей максимальный рейтинг. Оценка экологических аспектов его ESG-рейтинга высока благодаря значительной доле зелёных активов в инвестиционном портфеле банка, а также комплексной системе оценки и контроля ESG-рисков. [8].

В таблице 3 представлены результаты ESG-трансформации банка на 2023 год, а также планы до 2026 года (табл. 3).

Таблица 3 Статистика ESG-трансформации компании «Сбер»

Показатель	2023	2026
выбросы парниковых газов ПАО Сбербанк	по охвату 1 (прямые выбросы от источников компании) снизились с 2019 года на 22%, по охвату 2 (косвенные выбросы) — на 25%	по охвату 1 сократятся на 30%, по охвату 2 — на 40%.
образованных отходов банка переданы на переработку	26%	35%
доля энергии из возобновляемых источников (ВИЭ)	12%	30%
численность сотрудников Сбера	26 тыс.	50 тыс.

ВОЛОНТЕРСТВОМ и помогают внедрять социально значимые и экологические проекты		
объём портфеля ответственного финансирования	2 891 млрд рублей	3,4 трлн руб

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

Компания Норникель (ГМК Норильский никель) занимается добычей и переработкой металлов, включая никель, медь, палладий и платину. В последние годы компания уделяет большое внимание устойчивому развитию и экологической ответственности.

На рисунке 1 представлены расходы на крупнейшие проекты Норникеля в области устойчивого развития в 2023 году [8].

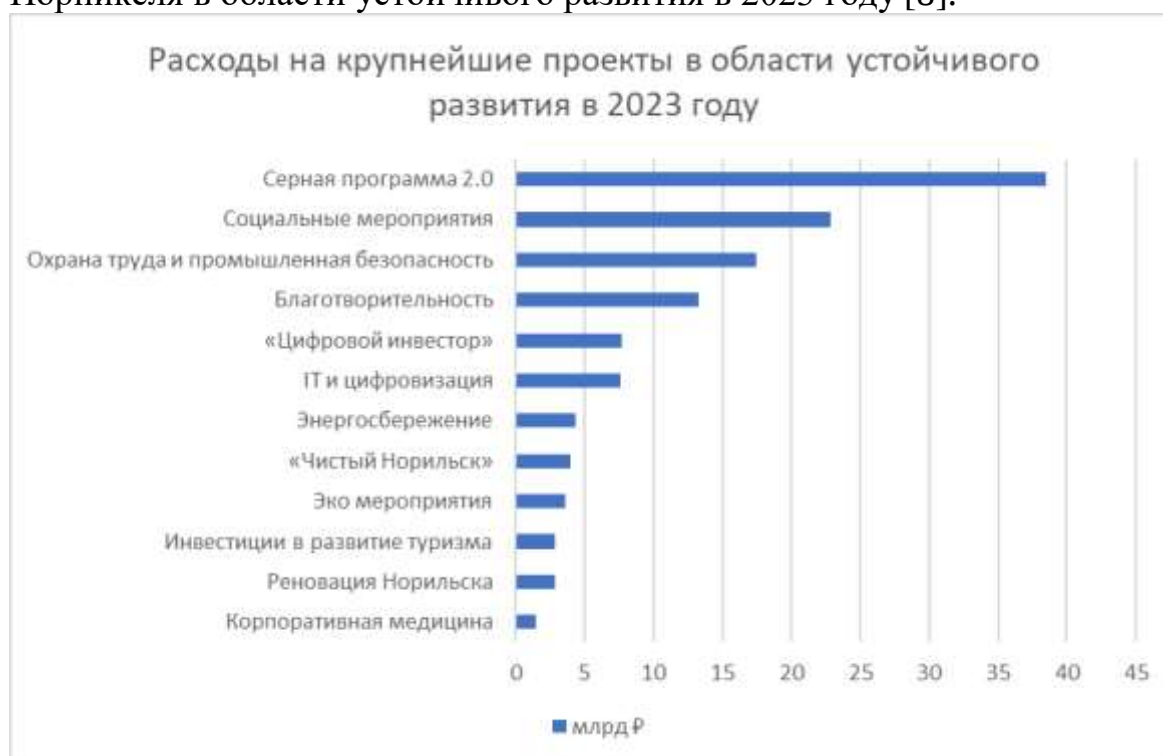


Рис. 1 Расходы на крупнейшие проекты в области устойчивого развития в 2023 году в компании Норникель в млрд. руб.

Источник / Source: составлено автором на основе показателей устойчивого развития в 2019 – 2023 гг. URL: <https://www.mrsk-1.ru/investors/indicators/esg/> / compiled by the author on the basis of indicators of sustainable development in 2019 – 2023. URL: <https://www.mrsk-1.ru/investors/indicators/esg/>

Исходя из ключевых показателей устойчивого развития компании становится очевидным, что Норникель выделяет финансирование на решение задач EGS, за 2023 год затраты на проекты, связанные с ЦУР ООН 339 млрд рублей.

Можно предположить, что в период с 2024 по 2030 годы развитие ситуации будет обусловлено новыми финансовыми и инвестиционными инструментами, увеличением доходности от проектов, ориентированных

на экологическую и социальную ответственность, улучшением уровня жизни и растущим числом компаний с осознанным подходом к бизнесу [3].

В рамках концепции устойчивого развития можно проанализировать ряд ключевых показателей, среди которых могут быть: инвестиции в устойчивое развитие, выбросы парниковых газов, использование возобновляемых источников энергии, качество воздуха и воды, социальные показатели, устойчивость к климатическим изменениям, корпоративные инициативы (табл. 4).

Таблица 4 Динамика ключевых показателей устойчивого развития в России (2019-2023)

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Инвестиции в устойчивое развитие (млрд руб.)	382	420	450	500	621
Выбросы парниковых газов (млн тонн CO ₂ эквивалента)	2295	2170	2240	2250	2286
Использование возобновляемых источников энергии (%)	6,5	7,0	7,5	8,0	8,2
Качество воздуха (изменение индекса загрязнения)	5,0	4,8	4,6	4,4	4,5
Качество воды (доля чистых водоемов %)	75	72	74	75	76
Социальные показатели (индекс счастья)	5,5	5,4	5,6	5,8	6,0
Устойчивость к климатическим изменениям (индекс)	0,45	0,47	0,50	0,53	0,58
Корпоративные инициативы (количество инициатив)	150	175	200	220	235

Источник / Source: составлено авторами на основе целей устойчивого развития в Российской Федерации URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf / compiled by the authors on the basis of the Sustainable Development Goals in the Russian Federation URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf

Тенденции устойчивого развития в России в последние годы демонстрируют нарастающий интерес как со стороны государства, так и со стороны бизнеса и общества. Основные направления и тенденции в этой области включают [9]:

1. Зеленая энергетика: Развитие возобновляемых источников энергии (Солнечные и ветровые электростанции). Государственные программы

поддержки и инвестиций в экологически чистые технологии открывают новые возможности для бизнеса.

2. Экологическая отчетность станет обязательной для крупных компаний, что вызовет переосмысление подходов к корпоративному управлению и установит новые стандарты прозрачности. Это изменение поможет повысить уровень ответственности бизнеса перед окружающей средой.

3. В сфере устойчивого сельского хозяйства акцент сместится на внедрение экологически чистых технологий и эффективных методов, таких как пермакультура и органическое земледелие. Эти практики не только способствуют улучшению качества сельскохозяйственной продукции, но и минимизируют негативные последствия для экосистем.

4. Управление отходами предполагает активное внедрение современных технологий переработки и утилизации, а также применение концепции нулевых отходов на предприятиях и в городах. Эти меры направлены на сокращение объема отходов, отправляемых на свалки, и увеличение уровня их переработки, что способствует более экологичному подходу к ресурсам.

5. Климатические инициативы охватывают разнообразные проекты, направленные на снижение углеродного следа, включая осуществление углеродного учета и развитие системы торговли углеродными квотами. Эти шаги помогают компаниям компенсировать свои выбросы и поддерживать переход к устойчивому развитию, что имеет особое значение в условиях глобальных изменений климата.

В 2019 году Россия подписала Парижское соглашение, взяв на себя обязательства по снижению углеродных выбросов. К 2030 году планируется сократить их на 70-75% по сравнению с уровнями 1990 года. В конце 2022 года был принят закон, вступивший в силу с 1 января 2023 года, который обязывает предприятия отчитываться о своих выбросах. Первоначально это касается предприятий с объемом выбросов не менее 150 тысяч тонн в год, а с 1 января 2025 года отчетность станет обязательной и для тех, у кого выбросы составляют от 50 тысяч тонн в год. В будущем планируется ввести лимиты на выбросы и разработать механизмы, позволяющие компенсировать объемы парниковых газов, превышающие установленные нормы [10].

В России планируется введение системы налогообложения бизнеса за выбросы парниковых газов к 2028 году, что стало известно из проекта плана реализации Стратегии низкоуглеродного развития [1]. Кроме того, в этом документе указано, что до конца 2024 года необходимо утвердить целевые показатели по сокращению выбросов, учитывающие различные отрасли экономики. К концу этого года количество организаций, обязаны представлять отчеты о своих выбросах, достигнет минимум 500, а с 2025 года это число должно удвоиться.

6. Социальные инициативы в организациях играют ключевую роль в формировании здоровой и безопасной рабочей среды для сотрудников. Важность реализации программ, которые способствуют улучшению условий труда и повышению качества жизни в местных сообществах, становится все более очевидной.

7. Вопрос финансирования устойчивого развития также требует внимания. Рост популярности зеленых облигаций и других финансовых инструментов, ориентированных на поддержку экологически чистых и социальных проектов, становится значимым трендом. Финансовые учреждения могут создать специальные кредитные предложения и условия, способствующие развитию устойчивых бизнес-инициатив, что будет способствовать более эффективной реализации ESG-стратегий. Статистика выпуска зеленых облигаций в России представлена на рис. 2.

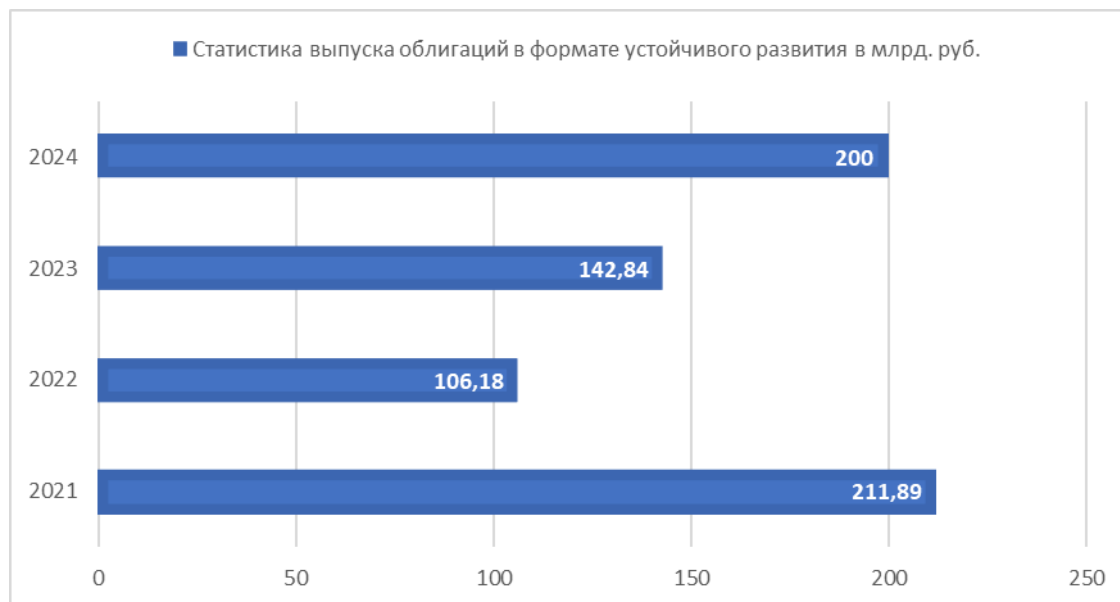


Рис. 2 Статистика выпуска облигаций в формате устойчивого развития в России в млрд. руб.

Источник / Source: составлено автором на основе данных облигаций в формате устойчивого развития: 2023.

URL: https://infragreen.ru/frontend/images/PDF/INFRAGREEN_Green_finance_ESG_Russia_2024.pdf
/ compiled by the author on the basis of these bonds in the format of sustainable development: 2023.

URL: https://infragreen.ru/frontend/images/PDF/INFRAGREEN_Green_finance_ESG_Russia_2024.pdf

8. Ответственные поставщики предполагают создание стандартов этического поведения для поставщиков, ориентированных на экологические и социальные аспекты. Организации будут осмысливать влияние своих цепочек поставок на природу и местные сообщества.

9. Образование и повышение осведомленности: Увеличение образовательных программ и инициатив, направленных на повышение осведомленности сотрудников и общества о важности ESG-факторов. Это

поможет создать культуру устойчивого развития в компании и за ее пределами.

Заключение

Таким образом, в последние годы в России наблюдается значительное усиление интереса к принципам ESG (экологические, социальные и управленческие факторы), что обусловлено как глобальными трендами, так и внутренними инициативами. Развитие ESG-повестки в России связано с необходимостью адаптации к международным стандартам устойчивого развития, повышению прозрачности корпоративного управления и усилению социальной ответственности бизнеса [10].

Однако для успешной интеграции ESG-подходов необходимо преодолеть ряд вызовов, таких как нехватка данных, стандартизация отчетности и необходимость повышения уровня осведомленности среди всех участников рынка.

Список литературы

1. Каримов В.А. В России предложили внедрить плату за выбросы парниковых газов URL: <https://www.rbc.ru/economics/26/01/2024/65b243229a79472c5cfc359>
2. Головкин О.С. Значение ESG, декарбонизация и зеленые финансы России *Экономика. Налоги. Право*. 2021;14(4):65-73. DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-4-65-73
3. Чикин А.Е. Новый 2024 год задает новый старт ESG-трансформации в Россию *Экономика: стратегия и практика*. 2020;15(3):189-200.
4. Осоекин Л.П. НКР присвоило Сберу наивысший ESG-рейтинг на уровне AAA *Экономические и социальные проблемы России*. 2022;(1):14-25. DOI: 10.31249/espr/2022.01.01
5. Скоробогатко Е.Н. Устойчивое развитие: расшифровка понятия и его возникновение. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2023;39(1):55-72. DOI: 10.21638/spbu05.2023.103
6. Нургисаева А.А., Таменова С.С. Концептуальные основы «зеленой» экономики. *Экономика: стратегия и практика*. 2020;15(3):189-200.
7. Национальный проект «Экология» 2019-2024. Паспорт проекта, цели и задачи // URL: <https://strategy24.ru/rf/ecology/projects/natsional-nyy-proyekt-ekologiya>
8. Еремин В.В., Бауэр В.П. «Зеленое» финансирование как триггер позитивных климатических преобразований. *Экономика. Налоги. Право*. 2021;14(4):65-73. DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-4-65-73
9. Слепцова Е.В., Глубокая Я.Я. Анализ опыта применения финансовых инструментов стимулирования «зеленых» технологий. *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2021;(4-2):157-161. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-4-2-157-161
10. Об участии России в Парижском соглашении по климату URL: <http://government.ru/docs/37917/>
11. Карпова А.Р. 12. Сбер опубликовал ESG-отчёт за 2023 год. *Российский внешнеэкономический вестник*. 2022;(3):18-32. DOI: 10.24412/2072-8042-2022-3-18-32
12. Юлкин М.А. Сокращение выбросов в РФ. *Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление*. 2023;(1):32-36.

13. Указ Президента РФ от 26 октября 2023 г. № 812 "Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации"
URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/>

Информация об авторах:

Чжан Юэсяо - студент магистратуры, Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
Научный руководитель: Динец Дарья Александровна, д.э.н., Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
Zhang Xiao is a Graduate student at the Faculty of Economics of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia
Scientific supervisor Daria Alexandrovna Dinets, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

УДК 633.34

Ремизов К. Д., Ступин А. С.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия

Современное состояние производства сои в России

Аннотация. В статье анализируется современное состояние производства сои в России. Отмечается, что за последнее десятилетие соя имеет самые высокие темпы роста производства, что связано с высокой маржинальностью соевых бобов, высокими ценами на них на мировом рынке и государственной поддержкой аграриев. Приводится статистика производства и урожайности сои в России, рассматриваются особенности российского сортового разнообразия соевых бобов.

Ключевые слова: соевые бобы, производство сои, сорта сои, экспорт, Россия.

Remizov K. D., Stupin A. S.

The current state of soybean production in Russia

Abstract. The article analyzes the current state of soybean production in Russia. It is noted that soybeans have had the highest production growth rates over the past decade, due to the high marginality of soybeans, high prices on the world market and government support for farmers. The statistics of soybean production and yield in Russia are presented, and the features of the Russian varietal diversity of soybeans are considered.

Keywords: soybeans, soybean production, soybean varieties, export, Russia.

Соевые бобы известны своим относительно высоким потенциалом урожайности, особенно при выращивании в подходящих климатических условиях с использованием надлежащих агротехнических приемов [1]. По сравнению с другими основными культурами, такими как пшеница, ячмень и кукуруза, соевые бобы часто могут давать сопоставимую или более высокую урожайность с гектара. Соевые бобы выигрывают от сильного спроса на мировом рынке, обусловленного их универсальным использованием в пищевых продуктах, кормах для животных и промышленных целях. Спрос на соевые бобы неуклонно растет, особенно на китайском рынке, который является крупнейшим импортером соевых бобов [2]. Соевые бобы предоставляют фермерам надежный источник дохода, поскольку отличаются большой стабильностью цен и более высокой рыночной стоимостью по сравнению со многими другими культурами.

Соевые бобы требуют значительного количества тепла и света, но смогли расширить свой географический ареал благодаря разработке новых сортов, которые демонстрируют большую устойчивость к разнообразным природным условиям [3]. В настоящее время

выращивание сои распространено в более чем 95 странах, включая регионы с северными широтами, что ранее считалось невозможным из-за неблагоприятных климатических условий. Примечательно, что Восточный регион России стал заметным центром выращивания сои, бросая вызов своему расположению далеко к северу от традиционного соевого пояса. Это северное расширение можно отнести к пионерским усилиям В.А. Золотницкого, советского селекционера, который в 1930 году использовал методы селективного разведения, чтобы выделить исключительное растение из аборигенной популяции маньчжурского подвида желтой сои [4]. Этот прорыв привел к созданию амурского сорта сои «Амурская 41» в 1934 году. Этот сорт отличается значительными преимуществами с точки зрения раннего созревания, высокой урожайности и адаптивности. Его характеристики внесли значительный вклад в расширение возделывания сои в северных регионах и создание дальневосточной селекции сои. Учитывая преимущественно северную широту России, успешное выращивание сои зависит от использования скороспелых, высокоурожайных сортов.

Целью работы является изучение современного состояния производства сои в России. Для ее достижения были использованы структурно-функциональные и теоретические методы исследования: анализ, обобщение и синтез литературы в области производства соевых бобов в России.

За последнее десятилетие соя имеет самые высокие темпы роста производства, что связано с высокой маржинальностью соевых бобов, высокими ценами на них на мировом рынке и государственной поддержкой аграриев [5]. За последние 10 лет российские площади под соей увеличились более чем вдвое: с 1,5 млн га до 3,5 млн га. По мировому производству сои первое место принадлежит Бразилии – 36,9 млн га (30% от мировой площади), второе – США – 30,4 млн га (25%), третье – Аргентине – 17,5 млн га (14%). Россия занимает седьмое место. Прирост посевных площадей в России 2020 году по сравнению с 2010 годом составил 134%, а валовое производство увеличилось на 279%. Основными регионами возделывания сои в России являются Амурская область, Приморский край, Курская и Белгородская области, Краснодарский край, на долю которых приходится 62% всех посевных площадей (рис. 1).



Рисунок 1 — Производство сои по регионам России [6]

Амурская область традиционно занимает первое место в стране, производя около 66% всей дальневосточной сои и около 22% от общего объема всей производимой в России сои [7]. Это объясняется близостью данного региона к Китаю — крупнейшему потребителю сои, поскольку практически весь урожай идет на экспорт. В 2023 году существенный прирост площадей под соевые бобы продемонстрировал Северо-Кавказский федеральный округ, где посевы увеличились на 30%, и Уральский федеральный округ, в котором площади под сою выросли на 27%.

В 2023/2024 рыночном году в России был собран рекордный урожай сои — 6,8 млн тонн (табл. 1, рис. 2).



Рисунок 2 — Урожайность сои в России [6]

Таблица 1 — Динамика производства сои в России [6]

Рыночный год	Область (1000 Га)	Производство (1000 тонн)	Урожай (т/га)
2014/2015	1,907	2,362	1,24
2015/2016	2,082	2,707	1,30
2016/2017	2,118	3,134	1,48
2017/2018	2,568	3,621	1,41
2018/2019	2,739	4,027	1,47
2019/2020	2,776	4,359	1,57
2020/2021	2,709	4,307	1,59
2021/2022	2,993	4,760	1,59
2022/2023	3,355	5,996	1,79
2023/2024	3,500	6,800	1,94
2024/2025	4,200	7,050	1,68

Государственный реестр селекционных достижений разрешил использовать 280 сортов сои на всей территории Российской Федерации [8]. Эта коллекция включает 194 сорта российского происхождения и 86 зарубежных сортов. С начала XXI века наблюдается последовательный рост числа зарегистрированных сортов сои в России, что объясняется возросшим интересом к сортовому разнообразию, возникшим в ответ на растущий спрос на сою и последующее расширение посевных площадей, особенно на Дальнем Востоке. Это привело к разработке различных видов сои для удовлетворения потребностей мировых потребителей.

В период с 1991 по 2010 год Южный федеральный округ был на переднем крае достижений в соевой отрасли, лидируя в создании новых сортов сои в стране [9]. В частности, Краснодарский край зарегистрировал 16 различных сортов сои. Регистрация сортов сои иностранного происхождения, в основном из Франции, Сербии и Австрии, значительно возросла в России с 2010 года, что объясняется рентабельностью культуры, которая создала интерес со стороны иностранных компаний занять эту нишу.

С 2010 по 2021 год много сортов сои зарегистрировали Южные и Дальневосточные регионы России. Основными источниками формирования сортов выступают Краснодарский край, который зарегистрировал 32 сорта, и Амурская область, зарегистрировавшая 23 сорта. В России имеется хорошо налаженная сеть селекционных подразделений сои, которые стратегически распределены по различным регионам для оптимизации селекционных усилий в соответствии с местными климатическими и почвенными условиями.

В настоящее время производство сои в Российской Федерации поддерживает Федеральный научный центр Всероссийский научно-исследовательский институт сои (ФНЦ ВНИИС) в Амурской области. Этот специализированный институт занимается разработкой новых сортов сои и оказывает научную помощь фермерам, выращивающим бобы. Институт успешно разработал высокоурожайные сорта сои с различными вегетационными периодами и потенциалом урожайности от 2,0 до 3,5 т/га [10]. Эти сорта также демонстрируют выгодное содержание белка от 34,2% до 44,3% и от 14,6% до 23,2% содержания масла. Более 85% посевов сои в Амурской области выращиваются из селекционных сортов, охватывающих площадь в 600 000 га.

Хотя выращивание сои в России составляет всего около 2% мировых посевных площадей и 1% производства, в последние годы этой культуре стало уделяться повышенное внимание благодаря государственной поддержке. Большая часть российского урожая сои направляется на маслобойни для производства масла, фосфатидов, шрота и жмыха, при этом значительная часть экспортируется в Китай. Возрастающая роль сои в российском сельском хозяйстве обусловила проведение обширных

исследований, которые способствовали глубокому пониманию ее физиологии и генетики. Они привели к созданию скороспелых сортов сои, способных процветать в регионах с ограниченными тепловыми ресурсами, обладающих повышенной производительностью и устойчивостью к основным стрессовым факторам [11]. Исследования селекционеров сконцентрированы в областях противодействия распространенным болезням сои, ранней посадки, оптимальных норм и соблюдения рекомендуемой плотности высева, влажности урожая, точных агротехнических приемов, использования устойчивых к болезням сортов, протравливания семян, применения химических и биологических фунгицидов, правильных методов севооборота и уничтожения растительных остатков [12-15].

Несмотря на потенциал расширения производства сои в России, прогресс был медленнее, чем требовал внутренний спрос. Рост отрасли сдерживают такие проблемы, как устаревшая сельскохозяйственная техника, нехватка рабочей силы, недостаточное финансирование исследований и неадекватные технологические достижения. Использование конкурентоспособных зарубежных и отечественных сортов семян и внедрение научно обоснованных агрономических методов имеют решающее значение для реализации потенциала производства сои [16]. Эффективное разделение семян сои на качественные фракции требует использования соответствующего уборочного оборудования с усовершенствованной конструкцией комбайнов, направленной на повышение качества сбора семян. Хотя в настоящее время Россия является нетто-импортером сои, она обладает значительным потенциалом для увеличения объемов экспорта. Однако этот потенциал сдерживается такими проблемами, как ограниченный доступ к кредитам, неразвитая рыночная инфраструктура, неблагоприятные климатические условия и доминирование экспорта с низкой стоимостью.

При производстве сои важно учитывать ее состав, поскольку она ценится высоким количеством белка. Во всем мире растет интерес к использованию концентратов соевого белка в спортивных, функциональных и здоровых диетах, однако в России их применение недостаточно изучено [17]. При этом соотношение питательных веществ в сортах сои имеет решающее значение для выявления рыночных возможностей и путей повышения конкурентоспособности российской сои на мировом рынке. Например, сорта с более высоким содержанием белка более питательны и востребованы как на внутреннем, так и на международном рынках.

Таким образом, российская соя является уникальным и ценным товаром на мировом рынке, что обусловлено запретом на выращивание генетически модифицированных сортов и ее приспособляемостью к суровым климатическим условиям. В свете глобальных опасений,

связанных с ГМО и потребительских предпочтений в отношении продуктов, не содержащих ГМО, спрос на российскую сою, вероятно, останется высоким.

Список литературы

1. Demianova-Roy G., Mataryeva I., Atamanova E. et al. Soybean (Glycine Max) as an Economic and Ecological Object of Introduction to the Northwestern Region of Russia. *Periódico Tchê Química*, 2022, vol. 19, no. 41, pp. 63-82.
2. Wang M., Liu D., Wang Z., Li Y. Structural Evolution of Global Soybean Trade Network and the Implications to China. *Foods*, 2023, vol. 12, no. 7: 1550. DOI: 10.3390/foods12071550
3. Volkova E., Smolyaninova N. Amur region in the structure of soybean production of the Russian Federation. *E3S Web of Conferences*, 2023, vol. 462, no. 02040. DOI: 10.1051/E3SCONF/202346202040
4. Shchegorets O., Tikhonchuk P., Bumbar I., Yakimenko A. Innovation as a factor in increasing the efficiency of soybean production in the Amur Region. *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 203, no. 05010. DOI: 10.1051/e3sconf/202020305010
5. Sinegovskaya V.T. Scientific provision of an effective development of soybean breeding and seed production in the Russian Far East. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2021, vol. 25, no. 4, pp. 374-380. DOI: 10.18699/VJ21.040
6. *Russia Soybean Area, Yield and Production*. USDA Foreign Agricultural Service. Available at: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=RS&crop=Soybean> (accessed 14.02.2025).
7. *Soybean production is growing in Russia*. Logistic OS. Available at: <https://logisticos.org/news/2024/04/6730> (accessed 14.02.2025).
8. Реестр селекционных достижений [Электронный ресурс] // Государственная Комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (дата обращения: 14.02.2025).
9. Boiarskaia A., Hasegawa H., Boiarskii B., Lyude A., Ohtake N. A comprehensive analysis of soybean breeding in Russia: Insights into soybean varietal diversity. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2024, vol. 8, no. 8: 6448. DOI: 10.24294/jipd.v8i8.6448
10. Sinegovskii M. Perspectives of Soybean Production in the Far East Federal District. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 2020, vol. 1, pp. 13-16. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/13-16
11. Sinegovskii M. Soybean as a means to compensate for protein deficit (Historical aspect). *Agronauka*, 2024, vol. 2, no. 1, pp. 16-22. DOI: 10.24412/2949-2211-2024-2-1-16-22
12. Popov A., Bumbar I. Ways to Increase the Efficiency of Grain and Soybean Harvesting in the Amur Region. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, pp. 189-199. DOI: 10.1007/978-3-031-21432-5_20
13. Vaitekhovich I., Lyude A., Boiarskaia A., Hasegawa H. The possibility of introduction and cultivation of vegetable soybean in the Amur Region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 1045, no. 1. DOI: 10.1088/1755-1315/1045/1/012064
14. Butovets E., Lukyanchuk L., Vasina E. Comparative Assessment of Promising Soybean Varieties at the Final Selection Stage. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2021, pp. 219-229. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_26
15. Mikhailova M., Sinegovskaia V., Boiarskii B. et al. Evaluation of the influence of biologically active substances on the physiological processes of soybean plants with the use of multispectral camera and unmanned aerial vehicle. *IOP Conference Series: Earth and*

Environmental Science, 2020, vol. 548, no. 3: 032028. DOI: 10.1088/1755-1315/548/3/032028

16. Zubareva K.U. Soybeans in Russia. *Bulletin of Rural Development and Social Policy*, 2020, vol. 4, no. 28.

17. Bychkova E.A., Borisova A.V. Soy protein concentrates: production technologies and application prospects. *Polzunovskiy Vestnik*, 2021, vol. 2, pp. 88-94.

Оглавление

Шукурова Г., Астанакулов Х. Ш., Чарыев Д. Д., Гурбанмырадова О. Б. Культурное наследие Туркменистана.....	3
Туркумук Т.А. Коморбидность и синдром старческой астении у пациентов гериатрического отделения.....	7
Туркумук Т. А. Выбор метода оперативного вмешательства при операциях на органы брюшной полости	12
Перминов Д.А., Горобченко А. С., Димидова А. М. Абдоминальные осложнения после гинекологических вмешательств с разбором клинического случая.....	16
Хаертдинов Н. Р., Семёнов Р. Д., Губанова Г. Ф. Современные подходы к диагностике функциональных гастроинтестинальных расстройств	21
Чукарина И. Н., Замиралова О. В. Методы и приемы преодоления ПТСР у студентов..	29
Оразалыева А. М., Овезклычев П. Т., Гельдыев А. А., Ламанова Д. Б. Морфофункциональное состояние тучноклеточной популяции в очаге регенераторного процесса роговицы в ходе лечения гнойного кератита аутоплазмой	35
Назаров А. А, Парфеня А. В., Петраков Д. О. Ультразвуковая диагностика на этапе скорой медицинской помощи по протоколу BLUE	42
Долганова Н. А., Зайцева А. Д. Инструменты предотвращения инфекционных заболеваний на птицефабрике	48
Быкова Г. И., Бабурина Н. Д. Модульное строительство школ	54
Преснов О. М., Хорошев В. А. Влияние геологических факторов на поведение свайных фундаментов в слабых грунтах.....	60
Галушко М. Е., Дашков М. А. Сравнительный анализ электродвигателей, применяемых на предприятии ОАО РЖД.....	67
Саяпов А. В., Барахнина В. Б., Исмагилов М. И. Современные методы дистанционного контроля состояния запорной арматуры магистральных газопроводов	75
Аксенов С. Г., Махмутьянов И. Р. К вопросу об оценке водоснабжения при тушении пожаров на нефтехимических предприятиях	81
Тимакова А. В. Применение метода гидромеханизации в гидротехнической среде	86
Коваль А. А., Иващенко А. И. Моделирование разработки нефтегазовых месторождений: ключ к эффективному извлечению ресурсов.....	92
Евлоев И. А., Викторов Д. Н. Сравнение планировщиков ввода/вывода ядра linux	99
Нуреев Д. Р. Разработка универсальных методов тестирования и проверки безопасности искусственного интеллекта	108
Наштыков Д. Е. Сравнение СУБД POSTGRES, TIMESCALE и CLICKHOUSE для хранения и обработки исторических данных биржевых торгов	114
Никашов И. А. Анализ представлений объектов в алгоритмах трекинга	118
Ермоленко С. В. Сегментация медицинских 3d изображений segmentation of medical 3d images.....	124
Чжан Юэсяо Основные тенденции развития ESG- повестки: обзор в России.....	132
Ремизов К. Д., Ступин А. С. Современное состояние производства сои в России	143