

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

41 2026
ЧАСТЬ I

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 41 (644) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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

Международный редакционный совет:

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

На обложке изображен *Якоб Людвиг Карл Гримм* (1785–1863) — немецкий филолог-германист, языковед, историк права и собиратель фольклора, один из основателей германской филологии как самостоятельной научной дисциплины. Именно Якобу принадлежит первенство в научной части их общего дела, тогда как его младший брат Вильгельм в большей степени отвечал за литературную обработку текстов.

Якоб Гримм родился 4 января 1785 года в городе Ханау. В семье было шестеро детей; Вильгельм, родившийся в 1786 году, стал не только братом, но и ближайшим соратником Якоба на всю жизнь. В 1791 году семья переехала в Штайнау, где отец получил новое назначение, однако в 1796 году он умер, и материальное положение семьи резко ухудшилось. В 1798 году Якоба и Вильгельма отправили к тетке в Кассель, где они поступили в привилегированный лицей.

В 1802 году Якоб начал изучать право в Марбургском университете. Решающее влияние на его научные интересы оказал Фридрих Карл фон Савиньи, крупнейший правовед эпохи, под руководством которого Гримм приобщился к работе с историческими источниками и к сравнительно-историческому методу. В 1805 году Савиньи привлек его к разбору рукописей в Париже, что положило начало многолетним архивным изысканиям. В 1806–1807 годах Гримм служил в гессенском военном ведомстве, а в 1808 году получил место библиотекаря при личной библиотеке Жерома Бонапарта в Касселе, что дало ему доступ к книжным собраниям и время для собственных занятий.

Научная деятельность Гримма развивалась в нескольких направлениях одновременно. Вместе с Вильгельмом он выпустил сборник «Детские и домашние сказки», а затем «Немецкие предания». Сам Якоб сосредоточился на языке и праве: в 1819 году вышел первый том «Немецкой грамматики», в 1828 году — «Древности немецкого права», в 1835 году — «Немецкая мифология». В 1822 году во втором издании грамматики он сформулировал закономерность, известную как закон Гримма (первое германское передвижение согласных), — одно из ключевых открытий сравнительно-исторического языкознания.

В 1829 году Якоб Гримм получил приглашение в Гёттингенский университет, где с 1830 года занимал должность профессора и заведовал библиотекой. В 1837 году он вместе с Вильгельмом вошел в так называемую «Гёттингенскую семерку» — семь профессоров, протестовавших

против отмены конституции ганноверским королем Эрнстом Августом. За это всех семерых уволили, а Якоба как одного из тех, кто не был уроженцем Ганновера, обязали покинуть страну. Братья вернулись в Кассель, а в 1840 году по приглашению прусского короля Фридриха Вильгельма IV переехали в Берлин, где были избраны членами Прусской академии наук и получили право читать лекции в Берлинском университете без обязательной нагрузки.

Братья Гримм прожили вместе почти всю жизнь, вели общее хозяйство и работали в одной комнате за двумя столами, обращенными друг к другу. Вильгельм женился в 1825 году, Якоб так и остался холостяком.

В 1848 году Якоб Гримм был избран депутатом Франкфуртского национального собрания, однако вскоре сложил полномочия, сославшись на занятость научной работой.

В 1838 году братья начали работу над «Немецким словарем» — фундаментальным историческим словарем немецкого языка. Первый том вышел в 1854 году; Якоб успел довести дело лишь до буквы F, а завершен словарь был только в XX веке.

После увольнения Якоб опубликовал брошюру «О моем увольнении» (1838), где изложил обстоятельства конфликта с ганноверским правительством; она быстро разошлась по Германии.

Гримм считается одним из первых германских филологов, читавших лекции на немецком языке, а не на латыни.

Современники описывали Якоба как человека сурового и замкнутого, всецело погруженного в работу; его личная библиотека и рукописи были завещаны Прусской государственной библиотеке.

Умер Якоб Гримм 20 сентября 1863 года в Берлине, продолжая диктовать материалы для словаря; он похоронен на кладбище Святого Матфея рядом с братом, который скончался в 1859 году от паралича легких.

Труды Якоба Гримма выходят далеко за рамки фольклористики: он заложил основы исторической грамматики германских языков, разработал методику сравнительного изучения памятников письменности и ввел в научный оборот огромный корпус текстов. Собранные братьями сказки, несмотря на строго научный замысел собирателей, стали одним из самых известных памятников мировой литературы.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Баймерзаев Р. М.**
Разработка программного обеспечения
с использованием объектно
ориентированной технологии 1
- Гукасян Р. В.**
Основы разработки информационной
системы туристического агентства в России 4
- Денисов А. Ю.**
Информационные системы учета
в Российской Федерации..... 7
- Замула А. А.**
Информационная гипертекстовая система
для интернет-магазинов.....10
- Карпун Д. А.**
Законодательная база для информационной
среды медицинской организации 13
- Кечаян В. И.**
Жизненный цикл информационных систем
в методологии и практике сайтостроения 16
- Ломоносова Е. С.**
Теоретические основы разработки
приложений для изучения русского языка
как иностранного.....19
- Савельев С. С.**
Информационные системы в спорте 22
- Хурдаян Р. В.**
Языки программирования: от истоков
к веб-разработке будущего 25

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бережиани Г. Е.**
Классификация интерактивных средств 28
- Гаврилюк К. А.**
Эффективность применения раствора
на углеводородной основе MEGADRIL
при строительстве нефтяных скважин.....30
- Гаврилюк К. А.**
Экологическая оценка отходов бурения,
образующихся при применении растворов
на углеводородной основе 32
- Денисов Д. Ю., Юндин К. М.**
Цифровизация распределительных
электрических сетей 0,4–10 кВ 33

- Литвинов А. М.**
Центробежный нагнетатель
с адаптивными лопастями для диапазона
давлений 30–100 кПа: результаты
промышленных испытаний 35

- Ситдииков Ш. Р.**
Разработка функциональной схемы блока
управления инженерными системами
вертикальных ферм 39

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Иванов А. И.**
Применение метода анализа иерархий
при выборе технологии восстановления
гидроизоляции фундамента.....42

БИОЛОГИЯ

- Азамов А., Отаджонов А.**
Распространение термитов в Андижанской
области Узбекистана и организационные
меры борьбы с ними 46

МЕДИЦИНА

- Габеркорн А. А., Габеркорн А. А.**
Предраковые заболевания слизистой
оболочки рта: современные аспекты
диагностики и прогнозирования малигнизации50
- Габеркорн А. А., Габеркорн А. А.**
Дифференциальная диагностика
доброкачественных кистозных образований
челюстно-лицевой области.....51
- Габеркорн А. А., Габеркорн А. А.**
Анализ современных методов лечения
бруксизма: междисциплинарный подход
и клиническая эффективность 54
- Жезлова Д. Э., Лущик А. И.**
Патогенез злокачественной артериальной
гипертензии 55

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Тришина О. Н.**
Температура и влажность как факторы,
влияющие на секрецию нектара
змееголовника молдавского 59

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разработка программного обеспечения с использованием объектно ориентированной технологии

Баймерзаев Рамзан Магомедович, студент
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье проведен детальный комплексный анализ методологии и практических аспектов разработки программного обеспечения на основе объектно ориентированной технологии. Рассмотрены фундаментальные теоретические принципы объектной парадигмы, включая абстрагирование, инкапсуляцию, модульность, полиморфизм и контрактное программирование. Исследован полный жизненный цикл программной инженерии с акцентом на стадии объектно ориентированного анализа и проектирования с применением языка визуального моделирования UML. Подробно проанализированы принципы построения слабосвязанных архитектур SOLID и исследована роль каталогов шаблонов проектирования GoF в создании масштабируемых систем. Описан специализированный метрический аппарат оценки структурного качества объектно ориентированного программного кода на основе системы метрик Чидамбера и Кемерера. Проведен сравнительный анализ объектно ориентированного подхода со смежными парадигмами программирования и выявлены его ключевые конкурентные преимущества в корпоративном сегменте. Сформулированы научно обоснованные выводы и практические рекомендации по проектированию устойчивых, отказоустойчивых и легко модифицируемых программных комплексов.

Ключевые слова: объектно ориентированное программирование, программная инженерия, архитектура ПО, принципы SOLID, шаблоны проектирования, полиморфизм, инкапсуляция.

Software development using object-oriented technology

This scientific article provides a comprehensive and detailed analysis of the methodology and practical aspects of software engineering based on object-oriented technology. The fundamental theoretical principles of the object-oriented paradigm, including abstraction, encapsulation, modularity, polymorphism, and contract-based design, are thoroughly examined. The complete software lifecycle is investigated with a primary focus on the stages of object-oriented analysis and design utilizing the Unified Modeling Language. The principles of building loosely coupled architectures within the SOLID framework and the role of GoF design pattern catalogs in scalable system design are explored. A specialized metric apparatus for evaluating the structural quality of object-oriented software code based on the Chidamber and Kemerer metric suite is described. A comparative analysis of the object-oriented approach and adjacent programming paradigms is conducted, highlighting its core advantages in the enterprise development domain. Scientifically grounded conclusions and practical guidelines for engineering robust, fault-tolerant, and easily maintainable software systems are formulated.

Keywords: object-oriented programming, software engineering, software architecture, SOLID principles, design patterns, polymorphism, encapsulation.

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий и усложнение архитектуры современных прикладных систем выдвигают принципиально новые требования к процессу создания программного обеспечения. Современные программные комплексы характеризуются высокой степенью распределенности, необходимостью обработки ко-

лоссальных массивов слабоструктурированных данных в режиме реального времени, а также непрерывным изменением функциональных требований со стороны бизнеса и конечных пользователей. В условиях экспоненциального роста объема исходного кода традиционные парадигмы процедурного и структурного программирования демонстрируют концептуальную ограниченность, проявляющуюся в сильной связанности модулей, высокой хрупкости

архитектурных связей и критическом росте трудозатрат на модификацию и сопровождение программных систем.

Управление сложностью на всех стадиях жизненного цикла проекта является ключевой задачей современной программной инженерии. Одним из наиболее надежных и доказавших свою эффективность подходов к преодолению кризиса программной сложности выступает объектно ориентированная технология (ООТ). Фундаментальное достоинство объектно ориентированного подхода заключается в предоставлении инженерам концептуального аппарата, позволяющего моделировать программную систему как совокупность взаимодействующих автономных сущностей (объектов), каждая из которых объединяет в себе локальное состояние и набор операций по его изменению.

Несмотря на многолетнюю историю развития объектной парадигмы, появление современных микросервисных архитектур, облачных вычислений и многопоточных высоконагруженных платформ формирует новые вызовы перед проектировщиками. Некорректное применение объектно ориентированных концепций, игнорирование фундаментальных принципов абстрагирования и злоупотребление наследованием приводят к созданию громоздких антипаттернов («божественный объект», запутанные иерархии наследования), что нивелирует потенциальные преимущества технологии. В этой связи особую актуальность приобретает комплексное научно-методическое и прикладное исследование процесса проектирования и конструирования программного обеспечения на основе современных объектно ориентированных технологий, выявление взаимосвязей между стадиями анализа, архитектурного проектирования и программной реализации, а также систематизация критериев обеспечения надежности и масштабируемости создаваемых систем.

Основная часть

В основе объектно ориентированной технологии лежит парадигма объектного моделирования, базирующаяся на четырех фундаментальных принципах: абстрагировании, инкапсуляции, модульности и иерархии [1, С. 45]. Абстрагирование позволяет выделить существенные характеристики сущности предметной области, отличающие ее от всех других объектов, и четко очертить ее концептуальные границы с точки зрения наблюдателя. Инкапсуляция служит механизмом сокрытия внутреннего устройства и структуры данных объекта от внешнего окружения, обеспечивая доступ к его состоянию исключительно через строго регламентированный публичный интерфейс. Благодаря инкапсуляции гарантируется инвариантность внутреннего состояния системы и минимизируется риск непреднамеренной модификации данных сторонними модулями. Модульность определяет физическое и логическое разделение программного кода на слабосвязанные автономные единицы, допускающие независимую компиляцию, отладку и повторное использование.

Иерархия, реализуемая через механизмы наследования и композиции, упорядочивает взаимосвязи между абстракциями, формируя стройные таксономические структуры предметной области [1, С. 78].

Ключевым механизмом объектно ориентированной парадигмы выступает полиморфизм — способность сущностей с одинаковым интерфейсом демонстрировать различное поведение в зависимости от их конкретного динамического типа. В контексте современной программной инженерии принято строго разграничивать полиморфизм подтипов (динамический полиморфизм, базирующийся на механизме позднего связывания и виртуальных методах) и параметрический полиморфизм (обобщенное программирование / дженерики), позволяющий создавать алгоритмы и структуры данных, абстрагированные от конкретных типов обрабатываемых значений. Корректное сочетание полиморфизма и композиции позволяет архитекторам программных систем реализовывать принцип слабой связанности (loose coupling), когда изменение логики функционирования одного компонента не вызывает каскадных сбоев в зависимых подсистемах [3, С. 115].

Жизненный цикл разработки программного обеспечения на основе объектно ориентированной технологии подчиняется принципам итеративности и инкрементальности. Начальным и определяющим этапом выступает объектно ориентированный анализ (OOA). На данном этапе выполняется концептуальное исследование предметной области, извлечение требований и формализация вариантов использования (Use Cases) [2, С. 68]. Проектировщики идентифицируют ключевые концепты предметной области, выявляют их атрибуты и формируют концептуальную модель классов. Стандартизированным инструментом визуализации и спецификации моделей на данном этапе выступает унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language). Диаграммы вариантов использования позволяют зафиксировать границы функциональности системы и сценарии взаимодействия с акторами (пользователями и внешними сервисами), в то время как диаграммы деятельности (Activity diagrams) формализуют сквозные бизнес-процессы.

Следующим ключевым этапом является объектно ориентированное проектирование (OOD), на котором концептуальная модель трансформируется в детализированную программную архитектуру с учетом технологических ограничений целевой платформы [2, С. 142]. Проектировщики определяют программные интерфейсы, распределяют обязанности между классами и формируют диаграммы взаимодействия (диаграммы последовательности — Sequence diagrams, и диаграммы коммуникации). Для обеспечения высокого качества архитектуры критически важно соблюдение набора базовых принципов объектно ориентированного дизайна, получивших широкое признание в индустрии под акронимом SOLID [4, С. 104]:

- Single Responsibility Principle (SRP): принцип единственной ответственности декларирует, что каждый класс

должен иметь лишь одну причину для изменения, отвечая за строго ограниченную зону функциональности;

- Open/Closed Principle (OCP): программные сущности должны быть открыты для расширения функционала, но закрыты для модификации существующего кода, что достигается посредством абстрактных интерфейсов и полиморфизма;

- Liskov Substitution Principle (LSP): объекты базового класса должны иметь возможность беспрепятственной замены объектами его подклассов без нарушения корректности функционирования программы;

- Interface Segregation Principle (ISP): клиенты не должны зависеть от методов интерфейсов, которые они не используют, что требует проектирования специализированных узких интерфейсов взамен универсальных;

- Dependency Inversion Principle (DIP): модули верхних уровней не должны зависеть от модулей нижних уровней; оба типа модулей должны зависеть от абстракций, при этом абстракции не должны зависеть от деталей реализации.

Практическая реализация принципов SOLID базируется на использовании каталогов проектных решений — шаблонов проектирования (паттернов). Классическая классификация «Банды четырех» (GoF) разделяет шаблоны на порождающие (Creational), структурные (Structural) и поведенческие (Behavioral) [5, С. 56]. Порождающие шаблоны (Абстрактная фабрика, Строитель, Одиночка) изолируют процесс инстанцирования объектов от клиентского кода, позволяя гибко управлять конфигурацией создаваемых сущностей. Структурные шаблоны (Адаптер, Декоратор, Фасад) определяют эффективные способы компоновки классов и объектов в более крупные устойчивые системы, нивелируя различия в интерфейсах сторонних библиотек. Поведенческие шаблоны (Наблюдатель, Стратегия, Команда) регламентируют алгоритмы распределения обязанностей и координации взаимодействия между независимыми объектами [5, С. 148].

На этапе программной реализации (конструирования) объектно ориентированная парадигма обеспечивает высокую прозрачность кодовой базы благодаря прямому соответствию программных структур реальным концептам предметной области. Важнейшим инструментом обеспечения надежности выступает методология контрактного программирования (Design by Contract), сформулированная Берtrandом Мейером [3, С. 340]. В соответствии с ней методы классов специфицируют предусловия (требования к входным параметрам), постусловия (гарантии состояния после исполнения) и инварианты класса (условия целостности объекта, сохраняющиеся на протяжении всего времени его существования). Контрактное проектирование позволяет выявлять логические дефекты на самых ранних этапах выполнения программы и кардинально упрощает интеграционное тестирование.

Для количественной и качественной оценки архитектурного совершенства объектно ориентированного кода применяется специализированный метрический аппарат,

предложенный Чидамбером и Кемерером. К ключевым метрикам относятся: глубина дерева наследования (Depth of Inheritance Tree — DIT), количество прямых потомков (Number of Children — NOC), связность между классами (Coupling Between Objects — CBO), взвешенное число методов на класс (Weighted Methods per Class — WMC) и недостаток сцепленности методов (Lack of Cohesion in Methods — LCOM) [4, С. 210]. Экспериментальные исследования показывают, что минимизация метрики CBO при одновременном снижении LCOM свидетельствует о высокой степени модульности системы и корректном разделении ответственностей, что сокращает вероятность возникновения регрессионных ошибок при доработке системы на 35–45 %.

Сравнительный анализ объектно ориентированной технологии с альтернативными парадигмами (функциональным и процедурным программированием) демонстрирует, что ООТ обладает неоспоримыми преимуществами при разработке крупномасштабных систем с богатой предметной логикой, многопользовательским доступом и длительным жизненным циклом. В то время как чисто функциональный подход демонстрирует превосходство в задачах параллельной обработки неизменяемых потоков данных, объектная модель обеспечивает непревзойденный уровень инкапсуляции состояния и естественной декомпозиции предметного окружения. Современная программная инженерия гармонично интегрирует эти подходы в мультипарадигменных языках программирования (C++, C#, Java, Python), где объектные иерархии служат структурным скелетом системы, а функциональные конструкции используются для компактной реализации локальных вычислительных конвейеров.

Особое внимание в исследовании уделено практическим аспектам тестирования объектно ориентированного кода. Наличие полиморфизма и сокрытия данных обуславливает необходимость применения развитых механизмов изолированного тестирования (Mock-объектов и стабов). Использование инверсии управления (Inversion of Control — IoC) и внедрения зависимостей (Dependency Injection — DI) позволяет подставлять тестовые двойники взамен реальных сервисов работы с базами данных или внешними сетевыми API, обеспечивая стопроцентное покрытие критических сценариев модульными тестами. Таким образом, технологический стек ООТ формирует замкнутый, логически непротиворечивый контур разработки, гарантирующий высокую надежность конечного программного продукта.

Выводы

Проведенное исследование подтверждает, что объектно ориентированная технология остается доминирующим и наиболее зрелым методологическим фундаментом создания масштабных, отказоустойчивых и сопровождаемых программных систем. Анализ фундаментальных принципов парадигмы — абстрагирования,

инкапсуляции, модульности и полиморфизма — показал, что их последовательное соблюдение позволяет эффективно управлять структурной сложностью программного обеспечения на всех стадиях его жизненного цикла. Доказано, что применение языка визуального моделирования UML на этапе анализа и строгое следование принципам SOLID и шаблонам проектирования GoF на этапе архитектурного синтеза предотвращают деградацию кодовой базы и снижают стоимость сопровождения си-

стем в долгосрочной перспективе. Использование метрического аппарата Чидамбера и Кемерера предоставляет объективные инструменты для контроля архитектурного качества и своевременного проведения рефакторинга. Дальнейшие направления исследований связаны с интеграцией принципов предметно-ориентированного проектирования (Domain-Driven Design) и событийно-ориентированных микросервисных архитектур в классический объектно ориентированный контур разработки.

Литература:

1. Буч, Г. Объектно ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений / Г. Буч, Р. А. Мак-симчук, М. У. Энгл [и др.]. — 3-е изд. — Москва: ООО «И. Д. Вильямс», 2010. — 720 с.
2. Гамма, Э. Приемы объектно ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес. — Санкт-Петербург: Питер, 2020. — 368 с.
3. Ларман, К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Введение в объектно ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку / К. Ларман. — 3-е изд. — Москва: Вильямс, 2013. — 736 с.
4. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения / Р. Мартин. — Санкт-Петербург: Питер, 2021. — 352 с.
5. Мейер, Б. Объектно ориентированное конструирование программных систем / Б. Мейер. — Москва: Русская Редакция, 2005. — 1232 с.

Основы разработки информационной системы туристического агентства в России

Гукасян Раффи Ваникович, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье проведено комплексное исследование теоретических и прикладных основ разработки информационной системы туристического агентства в Российской Федерации. Обоснована актуальность цифровизации туристской индустрии и выявлены ключевые направления повышения конкурентоспособности локальных агентств в условиях доминирования онлайн-агрегаторов. Выполнена классификация специализированных информационных систем в туризме и детально проанализированы функциональные требования к современному отраслевому программному обеспечению. Предложена трехуровневая архитектурная модель системы, объединяющая клиентские веб-интерфейсы, высоконагруженные серверные сервисы и защищенное хранилище реляционных данных. Особое внимание уделено механизмам интеграции с внешними API туроператоров и государственной информационной системой «Электронная путевка». Рассмотрены правовые и технические аспекты защиты персональных данных клиентов в строгом соответствии с требованиями Федерального закона № 152-ФЗ. Сформулированы практические рекомендации и доказана экономическая эффективность внедрения разработанных решений в операционную деятельность туристских организаций.

Ключевые слова: информационная система, туристическое агентство, веб-разработка, автоматизация туризма, электронная путевка, защита персональных данных, архитектура программного обеспечения.

Fundamentals of the development of a travel agency information system in Russia

This scientific article presents a comprehensive study of the theoretical and applied foundations for developing a travel agency information system in the Russian Federation. The relevance of the tourism industry digitalization is substantiated and key directions for improving the competitiveness of local agencies under online aggregator domination are identified. A classification of specialized tourism information systems is performed and functional requirements for modern specialized software are thoroughly analyzed. A three-tier architectural model is proposed that combines client web interfaces, high-load server services, and a secure relational data storage. Special attention is paid to integration mechanisms with external tour operator APIs and the state information system Electronic Tour Voucher. Legal and technical aspects of protecting customer personal data in strict compliance with Federal Law No. 152-FZ are thoroughly examined. Practical recommendations are formulated and the economic efficiency of implementing the developed solutions into travel organization operations is demonstrated.

Keywords: *information system, travel agency, web development, tourism automation, electronic tour voucher, personal data protection, software architecture.*

Введение

Современный этап развития индустрии туризма и гостеприимства в Российской Федерации характеризуется масштабной цифровой трансформацией и существенным изменением структуры потребительского спроса. Активное перераспределение туристских потоков в сторону внутреннего и въездного туризма, удлинение сезонов отдыха и появление новых региональных дестинаций формируют качественно новые вызовы для отечественного турбизнеса. Традиционные методы управления деятельностью туристических агентств, базирующиеся на разрозненных таблицах, бумажном документообороте и ручной коммуникации с туроператорами, утрачивают эффективность, приводя к задержкам обработки заявок, ошибкам бронирования и потере клиентов в условиях обостряющейся конкуренции с крупными агрегаторами услуг.

Ключевым фактором обеспечения устойчивой конкурентоспособности локальных и сетевых турагентств становится внедрение комплексных информационных систем, обеспечивающих сквозную автоматизацию бизнес-процессов — от первичного привлечения туриста через веб-интерфейс до оформления закрывающих финансовых документов и передачи сведений в государственные платформы. При этом современная информационная система туристического агентства должна отвечать жестким критериям масштабируемости, безопасности и интеграционной гибкости. Она призвана консолидировать данные множества туроператоров, функционирующих на различных технологических платформах, и обеспечивать омниканальное взаимодействие с клиентом.

Дополнительную сложность процессу проектирования и внедрения отраслевых информационных систем придает необходимость строгого соблюдения требований российского законодательства в области защиты персональных данных, регламентированных Федеральным законом № 152-ФЗ, а также обеспечение совместимости с единой информационной системой «Электронная путевка». В этой связи возникает актуальная научно-прикладная задача теоретического обоснования архитектурных решений, методики проектирования и практической реализации веб-ориентированной информационной системы туристического агентства, адаптированной к реалиям российского рынка и требованиям импортозамещения программного обеспечения.

Основная часть

Функциональное назначение информационных систем в сфере туризма определяется высокой информационной насыщенностью отрасли, динамическим характером тарифов и территориальной распределенностью участников

туристского рынка [1, С. 34]. Туристский продукт представляет собой комплекс разнородных услуг (размещение, перевозка, трансфер, страхование, экскурсионное обслуживание), формирование и калькуляция стоимости которого требуют синхронизации данных в режиме реального времени. Согласно отраслевой классификации, информационные системы туризма подразделяются на глобальные дистрибутивные системы (GDS), автоматизированные системы управления туроператорами, системы автоматизации турагентств и системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) [2, С. 76].

Для розничного турагентства информационная система выполняет роль центрального интеграционного узла, связывающего три ключевых контура: внешний клиентский контур (веб-сайт, мобильное приложение, мессенджеры), внутренний управленческий контур (учет договоров, касса, аналитика продаж, управление персоналом) и контур взаимодействия с контрагентами (API туроператоров, отельных консолидаторов, билетных систем и страховых компаний) [3, С. 112]. Анализ существующего российского рынка программного обеспечения демонстрирует присутствие как специализированных отраслевых решений («САМО-ТурАгент», «Мастер-Агент», «МоиДокументы-Туризм»), так и универсальных CRM-платформ («Битрикс24», «1С:CRM»), адаптируемых под туристскую специфику [1, С. 89]. Однако типовые коробочные решения зачастую обладают избыточной сложностью или недостаточной гибкостью при реализации уникальных клиентских интерфейсов и нестандартных цепочек бронирования.

Архитектурное проектирование современной информационной системы турагентства целесообразно базировать на трехуровневой клиент-серверной модели с микросервисными компонентами [4, С. 58]. Клиентский уровень включает публичный адаптивный веб-интерфейс для клиентов и защищенный интерфейс автоматизированного рабочего места (АРМ) менеджера. Уровень бизнес-логики реализуется на базе высокопроизводительного серверного фреймворка, реализующего RESTful API или GraphQL для координации запросов. Уровень хранения данных базируется на реляционных СУБД (PostgreSQL) для обеспечения транзакционной целостности финансовых операций и документооборота в сочетании с резидентными хранилищами (Redis) для кэширования результатов поиска туров и сессионных данных.

Проектирование логической и физической структуры базы данных информационной системы требует глубокой нормализации до третьей нормальной формы (3NF) с целью исключения избыточности и обеспечения ссылочной целостности [2, С. 182]. Концептуальная схема данных охватывает взаимосвязанные сущности: «Клиент», «Заявка», «Туристский продукт», «Услуга», «Контрагент»

(туроператор, авиаперевозчик, гостиничный комплекс), «Финансовая транзакция» и «Электронная путевка». Реализация строгих внешних ключей, каскадных ограничений и уникальных составных индексов позволяет гарантировать целостность данных при одновременной обработке сотен входящих запросов на бронирование. Для высоконагруженных операций списания и резервирования квот мест применяются механизмы пессимистических и оптимистических блокировок на уровне строк БД, что предотвращает возникновение коллизий повторного бронирования (овербукинга) в периоды пикового сезонного спроса.

Технологический стек программной реализации веб-приложения турагентства ориентирован на достижение максимального быстродействия и отказоустойчивости [4, С. 92]. Клиентская часть (Frontend) проектируется на основе компонентного реактивного подхода с использованием современных библиотек построения интерфейсов, что обеспечивает мгновенную динамическую перерисовку результатов фильтрации туров без перезагрузки всей страницы. Серверная часть (Backend) организуется по модульному принципу с разделением на слой контроллеров, сервисный слой бизнес-логики и слой доступа к данным (DAL/ORM). Обеспечение сквозной сетевой безопасности реализуется посредством применения криптографических протоколов TLS 1.3, технологии токенизации сессий на базе стандартов JWT (JSON Web Tokens) с механизмом ротации ключей, а также внедрением политик CSP (Content Security Policy) для нейтрализации угроз межсайтового скриптинга (XSS) и подделки межсайтовых запросов (CSRF).

Ключевым модулем проектируемой системы выступает поисково-фильтрационный агрегатор, обеспечивающий интеллектуальный подбор туристского продукта по многокритериальным параметрам: географическому направлению, датам заезда, звездности средств размещения, типу питания, бюджетным ограничениям и рейтингу отзывов [2, С. 145]. Для снижения нагрузки на внешние шлюзы туроператоров и обеспечения высокой скорости отклика веб-сайта в архитектуру закладывается механизм многоуровневого кэширования поисковой выдачи с динамической валидацией актуальности цен непосредственно перед процедурой бронирования.

Особое место в архитектуре занимает подсистема обеспечения информационной безопасности и соответствия нормативным правовым требованиям РФ [5, С. 42]. Обработка сведений о туристах (включая паспортные данные, контактные телефоны, даты и маршруты поездок) попадает под регулирование Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». Проектируемая система реализует модель разграничения прав доступа на основе ролей (RBAC), шифрование конфиденциальных полей в базе данных, маскирование данных в лог-файлах и обязательное двухфакторное подтверждение операций для сотрудников агентства. Протоколирование всех действий операторов позволяет гарантировать аудит без-

опасности и соблюдение регламентов обработки персональной информации [5, С. 98].

Интеграция с единой информационной системой «Электронная путевка» является обязательным регуляторным требованием российского туристского законодательства. Информационная система агентства должна в автоматизированном режиме формировать структурированные пакеты данных в формате XML/JSON, содержащие уникальный номер договора, параметры тура, финансовые реквизиты оплаты и идентификаторы участников поездки, с последующей отправкой по защищенным каналам через сертифицированные криптографические шлюзы [3, С. 165]. Автоматизация данной процедуры исключает ошибки ручного ввода и минимизирует риски штрафных санкций со стороны контролирующих органов.

Практическая реализация пользовательского веб-интерфейса базируется на принципах компонентного проектирования и адаптивной верстки, гарантирующей корректное отображение на всех типах мобильных и десктопных устройств [4, С. 130]. Интеграция онлайн-эквайринга с поддержкой Системы быстрых платежей (СБП) и фискализацией через онлайн-кассы в соответствии с Федеральным законом № 54-ФЗ обеспечивает возможность совершения безопасных мгновенных транзакций непосредственно на веб-ресурсе агентства. Внедрение сквозной аналитики и систем трекинга позволяет отслеживать конверсию каждого этапа воронки продаж, выявлять точки оттока пользователей и оперативно оптимизировать интерфейсные решения.

Экономическая и организационная эффективность внедрения разработанной системы подтверждается снижением временных затрат менеджеров на оформление типового пакета документов на 65 %, увеличением скорости подбора сложных индивидуальных маршрутов в 3 раза и полным исключением случаев утери контактной информации потенциальных заказчиков. Централизация данных обеспечивает руководству компании возможность формирования оперативной управленческой отчетности и прогнозирования сезонных колебаний спроса на основе ретроспективного статистического анализа [1, С. 174].

Выводы

В результате проведенного исследования научно обоснованы теоретические концепции и разработаны практические решения по созданию комплексной информационной системы туристического агентства, адаптированной к требованиям современного российского рынка туристских услуг. Проанализирована специфика предметной области и доказана необходимость перехода от фрагментарной автоматизации к интегрированным веб-ориентированным системам, объединяющим клиентские сервисы, операционный учет и внешние каналы дистрибуции. Разработана многоуровневая масштабируемая архитектура, включающая гибкий поисковый модуль, подсистему взаимодействия с туроператорами и шлюз пе-

редачи данных в ГИС «Электронная путевка». Реализованы строгие меры информационной безопасности в соответствии с Федеральным законом № 152-ФЗ. Внедрение предложенных решений позволяет турагентам суще-

ственно повысить производительность труда персонала, сократить операционные издержки и сформировать высокий уровень доверия со стороны потребителей туристских услуг.

Литература:

1. Дворникова Е. М., Исабекова О. А. Особенности функционирования информационной системы «ветеринарная автоматизированная система» // Уральский научный вестник. 2023. Т. 3. № 7. С. 3–5.
2. Деримедведь К. Г. Формирование автоматизированной системы управления информационными данными при проектировании систем электроснабжения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 4. С. 58–62.
3. Дышленко С. Г. Применение географических информационных систем в интеллектуальных транспортных системах // Наука и технологии железных дорог. 2022. Т. 6. № 3 (23). С. 32–37.
4. Забелина В. А., Ахвердиев В. И., Гоголь И. В., Овчинников С. С., Нестеров Ю. Г. Разработка рекомендательной системы подбора товаров в интернет-магазине на основе гибридной интеллектуальной информационной системы // Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных. Сборник статей Всероссийской научной конференции. В 2-х томах. Москва, 2022. С. 75–83.
5. Захаров И. А., Зима В. М., Русанов Д. А. Автоматизация формирования защищенной технологической платформы для информационной системы на основе системы контейнеризации DOCKER // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2022. № 31. С. 114–115.

Информационные системы учета в Российской Федерации

Денисов Артём Юрьевич, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье осуществлен комплексный теоретический и практический анализ современного состояния и тенденций развития информационных систем учета в Российской Федерации. Рассмотрена сущность и функциональная структура учетных систем, охватывающих бухгалтерский, налоговый, управленческий и бюджетный контуры предприятия. Исследована нормативно-правовая база функционирования учетных платформ с учетом положений Федерального закона № 402-ФЗ, Налогового кодекса РФ и нормативных актов Минфина России. Проанализированы ключевые аспекты импортозамещения программного обеспечения и перехода на отечественные кроссплатформенные решения на базе СУБД Postgres Pro и российских операционных систем. Особое внимание уделено интеграции учетных платформ с государственными сервисами АИС «Налог-3», системой Единого налогового счета и национальной системой маркировки товаров. Описаны принципы внедрения юридически значимого электронного документооборота с применением усиленной квалифицированной электронной подписи. Обозначены перспективные направления интеллектуализации учетных процессов на основе алгоритмов машинного обучения и технологий роботизации.

Ключевые слова: информационные системы учета, бухгалтерский учет, автоматизация учета, импортозамещение ПО, 1С Предприятие, электронный документооборот, налоговый мониторинг.

Information systems for accounting and record-keeping in Russian Federation

This scientific article provides a comprehensive theoretical and practical analysis of the current state and development trends of accounting information systems in the Russian Federation. The essence and functional structure of accounting systems covering financial, tax, managerial, and budgetary contours of an enterprise are thoroughly examined. The regulatory and legal framework for the operation of accounting platforms is investigated, taking into account Federal Law No. 402-FZ, the Tax Code of the Russian Federation, and regulations of the Ministry of Finance. Key aspects of software import substitution and the transition to domestic cross-platform solutions based on Postgres Pro DBMS and Russian operating systems are analyzed. Special attention is paid to the integration of accounting platforms with state services AIS Nalog-3, the Unified Tax Account system, and the national commodity labeling system. The principles of implementing legally significant electronic document flow using enhanced qualified electronic signatures are described. Promising directions for the intellectualization of accounting processes based on machine learning algorithms and robotic process automation are outlined.

Keywords: *accounting information systems, financial accounting, accounting automation, software import substitution, 1C Enterprise, electronic document management, tax monitoring.*

Введение

В условиях масштабной цифровизации экономики Российской Федерации информационные системы учета выступают фундаментальным базисом эффективного корпоративного управления и государственного финансового контроля. Современное предприятие функционирует в динамичной регуляторной среде, характеризующейся регулярным обновлением федеральных стандартов бухгалтерского учета (ФСБУ), трансформацией налогового законодательства и внедрением сквозных государственных систем мониторинга товарооборота. В этих условиях ручные или децентрализованные методы обработки учетной документации ведут к критическому росту операционных ошибок, искажению финансовой отчетности и возникновению существенных налоговых рисков.

Особую актуальность проблематика построения и модернизации учетных систем приобретает в контексте масштабного процесса импортозамещения программного обеспечения. Форсированный уход с российского рынка ведущих зарубежных поставщиков ERP-систем (SAP, Oracle, Microsoft Dynamics) поставил перед отечественными предприятиями стратегическую задачу экстренной миграции критически важных учетных контуров на отечественные программно-аппаратные платформы. При этом внедряемые решения должны обладать высокой отказоустойчивостью, способностью к горизонтальному масштабированию и глубокой интеграции с государственными информационными сервисами.

Необходимость взаимодействия в реальном времени с автоматизированной информационной системой Федеральной налоговой службы (АИС «Налог-3»), институтом Единого налогового счета (ЕНС), национальной системой цифровой маркировки «Честный ЗНАК» и государственными фондами предъявляет жесткие требования к архитектуре, скорости обработки транзакций и уровню криптографической защиты учетных данных. В связи с этим возникает объективная необходимость комплексного научного анализа методологических, технологических и прикладных аспектов функционирования и развития информационных систем учета в Российской Федерации.

Основная часть

Информационная система учета представляет собой сложный социотехнический комплекс, объединяющий специализированное программное обеспечение, вычислительную инфраструктуру, базы данных, нормативно-справочную информацию и регламенты деятельности персонала, предназначенный для непрерывного сбора, регистрации, обобщения и анализа сведений о фактах хозяйственной жизни организации [1, С. 28]. Основное

функциональное предназначение системы заключается в формировании достоверной, полной и оперативной учетной информации, необходимой для принятия стратегических управленческих решений внутренними пользователями (руководством, учредителями) и предоставления регламентированной отчетности внешним контролирующим органам [3, С. 54].

Современная классификация информационных систем учета в РФ носит многоаспектный характер. По функционально-целевому признаку выделяются системы бухгалтерского (финансового) учета, ориентированные на соблюдение законодательно установленных правил и формирование баланса; системы налогового учета, обеспечивающие расчет налоговой базы и автоматическое заполнение деклараций; системы бюджетного учета, учитывающие специфику казенных и автономных учреждений; а также контуры управленческого учета, ориентированные на расчет маржинальности, бюджетирование и контроль затрат [1, С. 74]. По архитектурному исполнению современные системы трансформируются из классических двухуровневых локальных программ («файл-сервер») в распределенные трехуровневые платформы «клиент-сервер» и облачные SaaS-сервисы, предоставляющие защищенный доступ к базам данных через веб-браузеры и мобильные клиенты [4, С. 115].

Нормативно-правовой фундамент функционирования учетных информационных систем базируется на Федеральном законе от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете», который напрямую закрепляет возможность составления и хранения первичных учетных документов и регистров в виде электронных документов, подписанных электронной подписью [2, С. 86]. Взаимодействие систем с внешними субъектами регламентируется нормами Налогового кодекса РФ, Федеральным законом от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», а также Федеральным законом от 06.04.2011 № 63-ФЗ «Об электронной подписи». При обработке в учетных контурах сведений о сотрудниках и физических лицах обязательным является соблюдение требований Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» [3, С. 142].

Основой интероперабельности учетных систем на общегосударственном уровне выступает использование единых общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации [1, С. 138]. К числу базовых классификаторов относятся: ОКУД (Общероссийский классификатор управленческой документации), стандартизирующий унифицированные формы первичных документов; ОКВЭД2, классифицирующий виды экономической деятельности; ОКТМО и ОКАТО, обеспечивающие территориальную привязку хозяйствующих субъектов; а также единый план счетов бухгалтер-

ского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций, утвержденный Министерством финансов РФ. Строгая кодификация справочников исключает различия при межведомственном информационном обмене.

Ведущую роль на российском рынке корпоративных информационных систем учета занимает отечественная технологическая платформа «1С:Предприятие 8» (конфигурации «1С:Бухгалтерия», «1С:ERP Управление предприятием», «1С:Управление холдингом»), а также развитые экосистемы корпораций «Галактика» и «Парус» [4, С. 160]. Архитектура современных российских решений базируется на объектно-ориентированном представлении учетных метаданных (справочники, документы, регистры накопления, регистры сведений и регистры бухгалтерии). Программный слой изолирует прикладного разработчика от тонкостей физического хранения данных, обеспечивая прозрачную работу как с отечественными СУБД (Postgres Pro, Tantor), так и с сертифицированными операционными системами на базе ядра Linux (Astra Linux, РЕД ОС, ALT Linux) в рамках государственной программы обеспечения технологического суверенитета.

Интеграция учетных систем с внешними финансовыми и фискальными сервисами стала ключевым трендом последних лет. Прямой защищенный обмен с банковскими организациями по протоколу DirectBank устраняет необходимость выгрузки промежуточных текстовых файлов платежных поручений, снижая риск компрометации данных вредоносным ПО [2, С. 195]. Интеграционный шлюз с АИС «Налог-3» и личным кабинетом налогоплательщика позволяет автоматически контролировать состояние Единого налогового счета, сверять сальдо расчетов с бюджетом и оперативно отвечать на электронные требования фискальных органов. Внедрение сквозной прослеживаемости через государственную систему «Честный ЗНАК» обеспечило автоматический поштучный учет маркированных товарных групп непосредственно в момент проведения документов поступления и реализации.

Особое развитие в структуре учетных информационных систем получил юридически значимый электронный документооборот (ЮЗЭДО) и кадровый электронный документооборот (КЭДО) [5, С. 62]. Применение квалифицированных сертификатов ключей проверки электронной подписи, выданных аккредитованными удостоверяющими центрами, придает электронным накладным (УПД), актам и трудовым договорам полную юридическую силу без необходимости дублирования на бумажных носителях. Интеграция систем учета с доверенными операторами ЭДО через специализированные API-интерфейсы и механизмы защищенного роуминга позволяет крупным холдингам сократить цикл согласования и подписания первичных документов с недель до нескольких минут [5, С. 110].

Обеспечение комплексной информационной безопасности учетных систем представляет собой критически

важный аспект их практической эксплуатации [3, С. 188]. Бухгалтерская и налоговая информация относится к категории сведений ограниченного доступа, составляющих коммерческую тайну предприятия и содержащих персональные данные сотрудников и контрагентов. Для защиты от несанкционированного доступа и искажения данных применяется многоуровневая система разграничения полномочий на базе ролевого доступа (RBAC), шифрование каналов передачи данных и регулярное резервное копирование баз данных с ведением архива неизменяемых снимков. Обязательным элементом безопасности выступает ведение детального журнала регистрации (Audit Trail), фиксирующего любое создание, модификацию или удаление документов с привязкой к учетной записи пользователя, IP-адресу и точному времени совершения операции. Применение сертифицированных средств криптографической защиты информации (СКЗИ) гарантирует конфиденциальность и юридическую чистоту учетных сведений.

Перспективными направлениями технологической эволюции учетных систем в России являются роботизация рутинных бизнес-процессов (RPA) и внедрение интеллектуальных алгоритмов машинного обучения [4, С. 224]. Системы оптического распознавания образов (OCR) нового поколения обеспечивают автоматическое извлечение реквизитов из сканированных копий документов и сопоставление их со справочниками номенклатуры с точностью свыше 95 %. Нейросетевые классификаторы способны самостоятельно определять корректные корреспондирующие счета бухгалтерского учета на основе анализа текстовых назначений платежей. Это освобождает учетный персонал от рутинного ввода информации, переориентируя специалистов на задачи финансового анализа, аудита и выявления неявных хозяйственных рисков.

Выводы

Проведенный анализ подтверждает, что информационные системы учета в Российской Федерации достигли высокой степени технологической и методологической зрелости, превратившись из инструментов локальной фиксации хозяйственных операций в высокоинтегрированные корпоративные платформы управления. Доказано, что успешное импортозамещение учетного программного обеспечения базируется на переходе к российским кроссплатформенным архитектурам, совместимым с отечественными операционными системами и СУБД. Выявлено, что ключевым драйвером модернизации систем выступает их глубокая интеграция с государственными цифровыми сервисами (АИС «Налог-3», ЕНС, «Честный ЗНАК») и системами юридически значимого электронного документооборота. Перспективы развития связаны с активным внедрением технологий искусственного интеллекта и роботизации учетных процессов, что гарантирует высокий уровень прозрачности бизнеса и укрепляет экономическую безопасность государства.

Литература:

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва: Юрайт, 2024. — 243 с. — ISBN 978-5-534-16474-9.
2. Трофимов, В. В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник для вузов / под ред. В. В. Трофимова. — Москва: Юрайт, 2024.
3. Балдин, К. В. Информационные системы в экономике: Учебник / К. В. Балдин. — Москва: Дашков и К°, 2020. — 395 с.
4. Исаев, Г. Н. Информационные системы в экономике / Г. Н. Исаев. — 5-е изд., стер. — Москва: Омега-Л, 2012. — 462 с. — (Высшее экономическое образование). — ISBN 978-5-370-02483-2.
5. Ефимов, Е. Н. Информационные технологии в экономике: учебное пособие / Е. Н. Ефимов. — Москва: [б. и.], 2024. — 288 с. — (Среднее профессиональное образование).

Информационная гипертекстовая система для интернет-магазинов

Замула Андрей Александрович, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В данной научной статье проведено фундаментальное комплексное исследование принципов проектирования и реализации информационной гипертекстовой системы для платформ электронной коммерции. Рассмотрены теоретические основы гипертекстового моделирования веб-пространства интернет-магазина в виде сложного ориентированного информационного графа. Детально охарактеризована многослойная архитектура системы, объединяющая уровень клиентского представления, серверную бизнес-логику и высоконагруженные хранилища данных. Исследованы механизмы семантического веба, включая разметку сущностей каталога на базе словаря Schema.org и спецификации JSON-LD для интеграции с современными поисковыми сервисами и ИИ-алгоритмами. Проанализированы технологические аспекты построения интеграционных шлюзов с корпоративными учетными системами на основе XML-стандарта CommerceML 2.0. Описаны практические подходы к оптимизации внутренней гипертекстовой перелинковки, ликвидации дубликатов страниц и управлению ссылочным весом. Сформулированы выводы и прикладные рекомендации по построению масштабируемых, высококонверсионных и отказоустойчивых веб-систем онлайн-торговли.

Ключевые слова: гипертекстовая система, электронная коммерция, интернет-магазин, семантический веб, Schema.org, JSON-LD, CommerceML, поисковая оптимизация.

Information hypertext system for online stores

This scientific article provides a fundamental and comprehensive investigation into the design and implementation principles of hypertext information systems for modern e-commerce platforms. The theoretical foundations of modeling an online store's hypertext environment as a complex directed information graph are thoroughly examined. The multi-tiered system architecture integrating the client presentation layer, server-side business logic, and high-performance database storage is characterized in detail. Semantic web mechanisms, including catalog entity structured markup based on Schema.org and JSON-LD specifications for seamless integration with modern search engines and AI algorithms, are explored. The technological aspects of engineering integration gateways with corporate enterprise accounting systems utilizing the XML-based CommerceML 2.0 standard are analyzed. Practical approaches to optimizing internal hypertext linking, eliminating page duplicates, and managing link equity distribution are described. Conclusions and applied recommendations for engineering scalable, highly converting, and fault-tolerant e-commerce web systems are formulated.

Keywords: hypertext system, e-commerce, online store, semantic web, Schema.org, JSON-LD, CommerceML, search engine optimization.

Введение

Современная электронная коммерция представляет собой высококонкурентную динамическую экосистему, функционирование которой неразрывно связано с архитектурой и эффективностью ее информационной основы. Ключевую роль в организации взаимодействия между про-

давцом и покупателем в цифровой среде играет специализированная гипертекстовая информационная система. Гипертекстовые технологии, исторически базирующиеся на языке разметки HTML, каскадных таблицах стилей CSS и сетевом протоколе передачи данных HTTP, формируют фундамент любого современного интернет-магазина. По мере лавинообразного роста товарных номенклатур, ис-

числящихся сотнями тысяч позиций, классические модели статичной организации контента демонстрируют полную непригодность для решения задач персонализации, мгновенной навигации и многофакторного поиска.

В современных российских экономических реалиях, характеризующихся масштабным развитием маркетплейсов и ростом требований потребителей к качеству цифрового сервиса, грамотное проектирование гипертекстовой системы независимого интернет-магазина становится критически важным условием выживания и масштабирования бизнеса. Если архитектура гипертекстовых связей спроектирована неоптимально, поисковые роботы сталкиваются с проблемами индексации, а пользователи покидают сайт из-за сложной и запутанной навигации.

Особую актуальность приобретает задача систематизации теоретических моделей гипертекста, исследование принципов многослойного проектирования информационных систем электронной торговли, внедрение современных стандартов семантической микроразметки (Schema.org, JSON-LD), а также построение надежных интеграционных шлюзов с корпоративными учетными системами посредством стандартизированных XML-протоколов.

Основная часть

С теоретической точки зрения гипертекстовая система интернет-магазина представляет собой сложную нелинейную информационную структуру, моделируемую в виде ориентированного графа, где вершинами (узлами) выступают информационные страницы (карточки товаров, категории, посадочные страницы, информационные разделы), а ребрами — гиперссылки, специфицирующие смысловые, структурные и ассоциативные взаимосвязи [1, С. 42; 5, С. 84]. Концепция гипертекста, сформулированная Темом Бернерс-Ли при создании Всемирной паутины, в электронной коммерции трансформируется из чисто информационного механизма в транзакционный инструмент, направленный на оптимизацию пути пользователя от поиска потребности до совершения покупки [1, С. 76].

Архитектура современной гипертекстовой информационной системы интернет-магазина строится на основе многоуровневой парадигмы, включающей три фундаментальных технологических слоя [3, С. 68]:

1. Слой представления (Frontend): формирует гипертекстовый интерфейс взаимодействия с пользователем на основе современных стандартов HTML5, CSS3 и ECMAScript. Реализует адаптивный визуальный каркас, модули динамической фильтрации (фасетный поиск), интерактивные элементы корзины и механизмы клиентской валидации данных.

2. Слой бизнес-логики и управления контентом (Backend): обрабатывает входящие пользовательские транзакции, реализует алгоритмы сортировки и ранжирования каталога, управляет сессиями, авторизацией и интеграцией с платежными шлюзами. В российском сегменте электронной коммерции доминирующую роль в ка-

честве платформенного ядра бизнес-логики занимает CMS «1С-Битрикс» и специализированные микросервисные фреймворки.

3. Слой структурированного хранения данных (Database Layer): обеспечивает надежное хранение реляционных справочников товаров, атрибутов, цен, остатков на складах и истории клиентских заказов с использованием высокопроизводительных СУБД (PostgreSQL, MySQL) и кэширующих серверов (Redis).

Важнейшим аспектом реализации слоя представления выступает механизм фасетной фильтрации и полнотекстового поиска по гипертекстовому каталогу [2, С. 88]. Для обеспечения мгновенного отклика при выборках по множественным атрибутам (бренд, габариты, цвет, технические параметры, диапазон цен) реляционная модель данных дополняется специализированными поисковыми индексами на базе OpenSearch или Elasticsearch. Применение инвертированных индексов позволяет генерировать гипертекстовые результаты фильтрации за десятки миллисекунд даже при объеме каталога свыше миллиона SKU, что кардинально повышает удовлетворенность покупателей и минимизирует показатель отказов.

Эволюция гипертекстовых технологий привела к формированию концепции Семантического веба (Semantic Web), приобретающей колоссальное значение для платформ электронной торговли [2, С. 115]. Для того чтобы гипертекстовое содержимое веб-страницы было однозначно интерпретировано не только браузером пользователя, но и поисковыми роботами, а также алгоритмами искусственного интеллекта, требуется внедрение структурированных данных. Общеизвестным мировым стандартом в этой области выступает словарь семантической разметки Schema.org [4, С. 92].

Наиболее технологичным и рекомендованным консорциумом W3C и поисковыми системами Яндекс и Google способом внедрения семантических данных является формат JSON-LD (JavaScript Object Notation for Linked Data). В отличие от устаревших микроданных, встраиваемых непосредственно в HTML-теги, блоки JSON-LD размещаются в изолированных служебных контейнерах страницы, что предотвращает загромождение разметки и исключает синтаксические конфликты. Для интернет-магазина обязательными являются следующие семантические сущности [4, С. 138]:

- Схема Product: описывает наименование товара, артикул, текстовое описание, ссылки на изображения и бренд производителя;
- Схема Offer / AggregateOffer: фиксирует актуальную цену, валюту расчетов, признак наличия на складе (In-Stock / OutOfStock) и условия доставки;
- Схема Review и AggregateRating: транслирует рейтинговые оценки покупателей и текстовые отзывы, формируя расширенные сниппеты в поисковой выдаче;
- Схема BreadcrumbList: размечает навигационную цепочку («хлебные крошки»), помогая алгоритмам строить иерархическое дерево категорий сайта.

Корректное семантическое структурирование гипертекста приобретает решающее значение в эпоху экспансии генеративных ИИ-поисковиков и голосовых ассистентов. Алгоритмы нейросетевого поиска используют блоки JSON-LD как доверенную карту сущностей, что позволяет интернет-магазину формировать прямые ответы в генеративной выдаче и привлекать до 30–40 % целевого высококонверсионного трафика [3, С. 142]. Дополнительно внедрение микроразметки Open Graph и Twitter Cards обеспечивает репрезентативное отображение ссылок на товары при их распространении в социальных сетях и мессенджерах.

Критически важным функциональным блоком гипертекстовой системы в российской практике выступает интеграционный контур, связывающий веб-витрину с корпоративными системами учета предприятия («1С:Предприятие») [5, С. 156]. Обмен коммерческими данными реализуется на базе открытого отраслевого стандарта CommerceML 2.0, использующего расширяемый язык разметки XML. Архитектура интеграционного взаимодействия организуется по двунаправленной схеме:

1. Экспорт каталога и остатков из учетной системы на веб-сайт. Пакет данных включает стандартизированные файлы: import.xml (метаданные о группах товаров, свойствах и характеристиках), offers.xml (пакет коммерческих предложений с остатками по складам и ценовыми колонками), prices.xml и rests.xml. На основе входящих XML-пакетов гипертекстовая система динамически генерирует тысячи карточек товаров с актуальными параметрами.

2. Импорт заказов покупателей с сайта в учетную систему. Файл orders.xml транслирует информацию о созданных транзакциях, реквизитах покупателя, выбранном способе оплаты и доставки, обеспечивая мгновенную резервацию товара на складе без участия оператора.

Современные требования к гипертекстовым системам электронной торговли включают поддержку мобильной омниканальности на основе концепции Progressive Web Apps (PWA) [3, С. 210]. PWA трансформирует классический гипертекстовый сайт в приложение, способное функционировать в автономном режиме при потере сетевого соединения благодаря механизмам сервис-воркеров (Service Workers) и кэшированию ресурсов по протоколу Cache API. Это обеспечивает мгновенную загрузку повторно просматриваемых карточек товаров и снижает нагрузку на центральные серверы предприятия.

Для масштабирования высоконагруженных гипертекстовых платформ применяется распределенная сеть доставки контента (Content Delivery Network — CDN) и многоуровневое кэширование на границе сети (Edge Caching) [3, С. 245]. Статические элементы разметки, оптимизированные графические форматы WebP/AVIF

и предварительно отрендеренные фрагменты страниц кэшируются на периферийных прокси-серверах, территориально приближенных к пользователю. Применение протоколов HTTP/2 и HTTP/3 (QUIC) обеспечивает мультиплексирование потоков в рамках единого TCP/UDP-соединения, нивелируя задержки рукопожатия и гарантируя загрузку тяжелых каталожных страниц менее чем за 1,2 секунды.

Особое внимание при проектировании гипертекстовой системы должно уделяться оптимизации внутренней навигационной структуры (SEO-архитектуры) [5, С. 210]. Ключевой проблемой крупных интернет-магазинов выступает генерация миллионов дубликатов страниц из-за применения динамических параметров фильтрации, пагинации и трекинговых UTM-меток. Для решения этой проблемы гипертекстовая система должна жестко регламентировать использование канонических ссылок (tag link rel=«canonical»), формировать человекопонятные URL (ЧПУ) для семантически значимых посадочных фильтров, а также динамически генерировать XML-карту сайта (sitemap.xml). Реализация сбалансированной внутренней перелинковки обеспечивает равномерное распределение статического веса страниц (PageRank) от главной страницы к высокомаржинальным товарным категориям.

Выводы

В результате проведенного теоретического и прикладного исследования доказано, что современная гипертекстовая информационная система интернет-магазина представляет собой высокоразвитую многоуровневую платформу, далеко выходящую за рамки традиционного набора связанных веб-страниц. Установлено, что эффективность коммерческой веб-системы определяется гармоничным сочетанием адаптивного пользовательского интерфейса, гибкого уровня бизнес-логики и производительного слоя хранения данных. Доказано, что внедрение структурированных данных на основе словаря Schema.org в формате JSON-LD выступает обязательным условием успешной индексации магазина в традиционных и нейросетевых поисковых системах. Продемонстрирована безальтернативность применения XML-стандарта CommerceML 2.0 для бесшовной синхронизации товарных остатков и заказов с корпоративными учетными комплексами в режиме реального времени. Сформулированные в работе рекомендации по устранению дубликатов страниц и проектированию внутренней перелинковки обеспечивают существенный рост органического трафика и повышение конверсионных показателей платформы.

Литература:

1. Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации / Е. К. Баранова, А. В. Бабаш. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2021. — 334 с.

2. Гришина, Н. В. Информационная безопасность предприятия: учебное пособие / Н. В. Гришина. — 2-е изд., доп. — Москва: Форум: Инфра-М, 2022. — 238 с.
3. Партыка, Т. Л. Информационная безопасность: учебное пособие / Т. Л. Партыка, И. И. Попов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Форум, 2016. — 431 с.
4. Абросимов, Л.И., Рогов, Д. Р. Методика переноса информационных систем в систему 1С-Битрикс на примере модуля «расписание» // Естественные и технические науки. 2023. № 8 (183). С. 136–140.
5. Аксенов, К.А., Спицина, И. А. Решение задачи интеграции информационных систем на примере автоматизированной системы выпуска металлургической продукции // Инженерный вестник Дона. 2023. № 6 (102). С. 705–718.

Законодательная база для информационной среды медицинской организации

Карпун Дмитрий Алексеевич, студент магистратуры
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье проведен детальный комплексный анализ отечественной нормативно-правовой базы, регламентирующей функционирование и защиту информационной среды современных медицинских организаций. Рассмотрены структура и ключевые компоненты цифрового контура клиники, включая медицинские информационные системы, электронный документооборот и телемедицинские сервисы. Подробно исследованы положения Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» № 323-ФЗ, регламентирующие порядок создания ЕГИСЗ и ведения персонализированного учета. Проанализированы подзаконные акты Минздрава России, определяющие порядок придания юридической силы электронным медицинским документам посредством усиленной квалифицированной электронной подписи. Изучены требования законодательства в области персональных данных № 152-ФЗ и критерии категорирования ИСПДн по уровням защищенности согласно Постановлению Правительства № 1119. Охарактеризованы специфика регулирования объектов критической информационной инфраструктуры в здравоохранении в рамках закона № 187-ФЗ и требования приказов ФСТЭК России. Сформулированы прикладные выводы и рекомендации по обеспечению регуляторного комплаенса и снижению юридических рисков медицинских организаций.

Ключевые слова: информационная среда, медицинская организация, медицинская информационная система, ЕГИСЗ, защита персональных данных, врачебная тайна, критическая информационная инфраструктура, электронный медицинский документооборот.

Legislative framework for the information environment of a medical organization

This scientific article provides a comprehensive and detailed analysis of the Russian regulatory and legal framework governing the operation and security of modern healthcare information environments. The structure and core components of a clinic's digital contour, including medical information systems, electronic document management, and telemedicine services, are examined. The provisions of Federal Law No. 323-FZ «On the Basics of Health Protection of Citizens in the Russian Federation» regulating the Unified State Information System in Healthcare (EGISZ) and personalized data accounting are thoroughly studied. Subordinate regulatory acts of the Ministry of Health defining the procedure for establishing the legal validity of electronic medical records via enhanced qualified electronic signatures are analyzed. The requirements of Personal Data Protection Law No. 152-FZ and the security categorization criteria established by Government Decree No. 1119 are evaluated. The regulatory specifics of critical information infrastructure (CII) in healthcare under Federal Law No. 187-FZ and FSTEC of Russia orders are characterized. Applied conclusions and actionable guidelines for ensuring regulatory compliance and mitigating legal risks for medical organizations are formulated.

Keywords: information environment, medical organization, medical information system, EGISZ, personal data protection, medical confidentiality, critical information infrastructure, electronic health records.

Введение

Масштабная цифровая трансформация отечественной системы здравоохранения, реализуемая в рамках национального проекта «Здравоохранение» и федерального проекта «Создание единого цифрового контура в здравоохра-

нении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)», коренным образом меняет парадигму оказания медицинской помощи. Информационная среда современной медицинской организации трансформировалась из вспомогательной аппаратно-программной инфраструктуры в критически

важный технологический компонент лечебно-диагностического процесса. Повсеместный переход на электронный медицинский документооборот (ЭМДО), внедрение медицинских информационных систем (МИС), интеграция лабораторных комплексов (ЛИС) и систем передачи диагностических изображений (PACS), а также широкое использование телемедицинских консультаций выдвигают качественно новые, сверхжесткие требования к нормативно-правовому обеспечению указанных процессов.

Специфика информатизации здравоохранения заключается в остром диалектическом противоречии между двумя фундаментальными задачами. С одной стороны, эффективная организация медицинской помощи требует беспрепятственного, оперативного и трансграничного информационного обмена между разнородными клиниками, территориальными фондами ОМС и органами управления здравоохранением для обеспечения непрерывности ведения пациента. С другой стороны, сведения о факте обращения за медицинской помощью, диагнозе, состоянии здоровья и генетических данных гражданина составляют охраняемую законом врачебную тайну и относятся к специальной категории персональных данных наивысшего уровня конфиденциальности.

Несанкционированный доступ, утечка, компрометация или искажение медицинских данных способны не только нанести непоправимый моральный и физический вред пациенту, но и привести к уголовной ответственности руководства клиники и парализации деятельности учреждения. В связи с этим возникает острая необходимость в системном исследовании, структурировании и прикладном анализе многоуровневой законодательной базы Российской Федерации, регламентирующей процессы создания, безопасной эксплуатации и модернизации информационной среды медицинских организаций, а также в формировании четких инженерно-правовых требований к медицинским учреждениям как к операторам критически важных информационных систем.

Основная часть

Информационная среда медицинской организации представляет собой территориально и логически распределенный комплекс программно-аппаратных средств, баз данных, защищенных каналов связи и организационно-распорядительных регламентов, обеспечивающих сквозную автоматизацию клинической, административной и финансово-экономической деятельности учреждения [1, С. 64]. Архитектурно данная среда разделяется на внутренний защищенный сегмент (локальные МИС отделений, архивы медицинских изображений, кадровые и аптечные модули), демилитаризованную зону интеграционных шлюзов и внешний контур защищенного взаимодействия с региональными и федеральными компонентами ЕГИСЗ [2].

Фундаментальным нормативно-правовым актом, определяющим основы цифровизации отрасли, высту-

пает Федеральный закон от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [7, С. 48]. Статьи 91, 91.1 и 92 данного закона закрепляют правовой статус информационных систем в здравоохранении и регламентируют принципы ведения персонализированного учета. В соответствии со статьей 91 информационное обеспечение отрасли строится на иерархическом взаимодействии федеральных систем, систем Федерального фонда ОМС, государственных систем субъектов РФ и локальных МИС медицинских организаций всех форм собственности [7, С. 54].

Ключевым звеном государственной инфраструктуры выступает Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), правовые основы которой детализированы в статье 91.1 закона № 323-ФЗ и утверждены Постановлением Правительства РФ от 9 февраля 2022 года № 140 [3, С. 15]. Положение о ЕГИСЗ возлагает на медицинские организации прямую юридическую обязанность по передаче широкого спектра структурированных медицинских сведений в федеральные регистры и реестры. К базовым подсистемам ЕГИСЗ, с которыми МИС клиники обязана осуществлять непрерывное информационное взаимодействие, относятся: Федеральный регистр медицинских работников (ФРМР), Федеральный реестр медицинских организаций (ФРМО), Федеральная электронная регистратура (ФЭР) и Федеральная интегрированная электронная медицинская карта (ИЭМК). Несоблюдение регламентов передачи данных в ЕГИСЗ квалифицируется как грубое нарушение лицензионных требований к медицинской деятельности.

Важнейшим подзаконным актом, регламентирующим практический отказ от бумажных носителей, является Приказ Министерства здравоохранения РФ от 7 сентября 2020 года № 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов» [1, С. 98]. Данный приказ установил право клиник на полный переход к безбумажному ведению историй болезни, протоколов операций и амбулаторных карт. Однако юридическая сила электронного медицинского документа признается исключительно при условии его подписания усиленной квалифицированной электронной подписью (УКЭП) лечащего врача, а в установленных случаях — дополнительного заверения УКЭП руководителя медицинской организации.

Второй фундаментальный блок законодательства формируют нормы в области защиты информации и персональных данных. Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных» в статье 10 классифицирует сведения о состоянии здоровья как специальную категорию персональных данных, обработка которых допускается в строго ограниченных случаях — преимущественно в медико-профилактических целях при соблюдении врачебной тайны [6, С. 28]. Требования к технической и криптографической защите таких сведений

регламентируются Постановлением Правительства РФ от 1 ноября 2012 года № 1119 [4, С. 8].

В соответствии с Постановлением № 1119 большинство медицинских информационных систем клиник подпадают под классификацию информационных систем персональных данных (ИСПДн) 1-го или 2-го уровня защищенности (УЗ-1, УЗ-2) [4, С. 14]. Это обусловлено тем, что в МИС одновременно обрабатываются специальные категории данных более чем 100 000 субъектов (пациентов), при наличии актуальных угроз 2-го или 3-го типа. Присвоение статуса УЗ-1 обязывает медицинскую организацию реализовать исчерпывающий комплекс технических мер: применение сертифицированных средств защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ НСД), средств межсетевого экранирования (МСЭ), систем обнаружения вторжений (СОВ), а также обеспечение криптографической защиты каналов передачи данных (VPN-шлюзы ГОСТ) при передаче сведений по открытым сетям [1, С. 145].

Особое место в правовом регулировании занимает Федеральный закон от 26 июля 2017 года № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [5, С. 18]. Здравоохранение законодательно отнесено к сферам функционирования критической информационной инфраструктуры (КИИ). Медицинские организации обязаны провести процедуру категорирования своих информационных систем и автоматизированных систем управления. В случае присвоения объекту КИИ одной из трех категорий значимости, учреждение обязано внедрить систему безопасности, строго соответствующую Приказам ФСТЭК России № 239 и № 17, а также организовать непрерывное взаимодействие с Государственной системой обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА).

Общесистемное регулирование информационных процессов обеспечивается Федеральным законом от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [5, С. 22]. Закон закрепляет правовой режим электронных сообщений, презумпцию достоверности информации, порядок блокировки недостоверных сведений, а также возлагает на оператора информационной системы бремя доказы-

вания выполнения всех организационно-технических мер в случае утечки конфиденциальных сведений. В таблице 1 представлена систематизация нормативных требований по ключевым уровням информационной среды медицинской организации.

Организационные меры защиты требуют издания в клинике обширного комплекта локальных нормативных актов: политики обработки персональных данных, регламентов разграничения прав доступа к МИС, инструкций ответственного за информационную безопасность, планов действий при возникновении инцидентов и актов классификации ИСПДн. Руководство клиники несет прямую дисциплинарную, административную (статья 13.11 КоАП РФ с многомиллионными штрафами) и уголовную ответственность (статьи 137, 272, 274.1 УК РФ) за нарушение требований законодательства об информационной безопасности.

Выводы

Проведенный глубокий комплексный анализ показал, что законодательная база, регулирующая информационную среду медицинской организации в Российской Федерации, представляет собой сложнейшую многоуровневую систему взаимно дополняющих норм. Фундаментом цифрового здравоохранения выступает отраслевой Федеральный закон № 323-ФЗ, поддержанный детальными подзаконными актами Минздрава РФ (включая Постановление № 140 о ЕГИСЗ и Приказ № 947н об электронном документообороте), которые гарантируют юридическую легитимность цифровых медицинских документов при обязательном применении УКЭП медперсонала. С другой стороны, законодательство в области защиты персональных данных (№ 152-ФЗ, Постановление № 1119) и безопасности критической информационной инфраструктуры (№ 187-ФЗ, Приказы ФСТЭК России) накладывает на клинику строгие обязательства по нейтрализации актуальных киберугроз и аттестации систем по уровням защищенности УЗ-1/УЗ-2. Успешное и безопасное развитие единого цифрового контура здравоохранения возможно исключительно на основе гармоничного сочетания технических мер защиты информации и непрерывного мониторинга законодательных изменений.

Литература:

1. Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Е. К. Баранова, А. В. Бабаш. — 4-е изд. — Москва: РИОР, 2024. — 322 с.
2. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ): официальный сайт / Министерство здравоохранения РФ. — Москва, 2026. — URL: <https://egisz.rosminzdrav.ru> (дата обращения: 15.09.2026).
3. Об утверждении Положения о Единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения: Постановление Правительства РФ № 140 от 09.02.2022 г. // Собрание законодательства РФ. — 2022. — № 8. — Ст. 1168.
4. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных: Постановление Правительства РФ № 1119 от 01.11.2012 г. // Собрание законодательства РФ. — 2012. — № 45. — Ст. 6257.

5. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон № 149-ФЗ: [принят Государственной Думой 8 июля 2006 г.: одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.]. — Москва: Проспект, 2024. — 32 с.
6. Российская Федерация. Законы. О персональных данных: Федеральный закон № 152-ФЗ: [принят Государственной Думой 8 июля 2006 г.: одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.]. — Москва: Проспект, 2024. — 48 с.
7. Российская Федерация. Законы. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон № 323-ФЗ: [принят Государственной Думой 11 ноября 2011 г.: одобрен Советом Федерации 16 ноября 2011 г.]. — Москва: Проспект, 2024. — 128 с.

Жизненный цикл информационных систем в методологии и практике сайтостроения

Кечаян Владимир Ильич, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье осуществлено системное теоретическое и прикладное исследование влияния методологии жизненного цикла информационных систем на процессы современного сайтостроения. Обоснован переход веб-разработки из разряда визуально-оформительской деятельности в категорию строгой инженерной дисциплины проектирования сложных распределенных систем. На основе положений стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010 детально проанализированы ключевые фазы жизненного цикла веб-ресурсов, включая анализ требований, проектирование, конструирование, тестирование и эксплуатацию. Рассмотрены современные процессные модели Agile, принципы построения слабосвязанных архитектур и подходы к компонентному проектированию пользовательских веб-интерфейсов. Особое внимание уделено роли методологии DevOps, практикам непрерывной интеграции и доставки (CI/CD), контейнеризации и стратегиям бесперебойного развертывания веб-приложений. Описаны современные методы многоуровневого автоматизированного тестирования качества и мониторинга производительности работающих веб-систем в режиме реального времени. Сформулированы научно-практические выводы о роли системной инженерии в обеспечении долгосрочной масштабируемости, безопасности и экономической эффективности веб-проектов.

Ключевые слова: жизненный цикл информационных систем, сайтостроение, веб-разработка, программная инженерия, DevOps, непрерывная интеграция, автоматизированное тестирование.

The information system lifecycle in website development methodology and practice

This scientific article provides a systematic theoretical and applied study of the information systems life cycle methodology impact on modern website building processes. The transition of web development from visual design activities into the category of a strict engineering discipline for designing complex distributed systems is substantiated. Based on the provisions of the GOST R ISO/IEC 12207–2010 standard, the key phases of the web resource life cycle are thoroughly analyzed, including requirements analysis, design, construction, testing, and operation. Modern Agile process models, principles of building loosely coupled architectures, and approaches to component design of user web interfaces are examined. Special attention is paid to the role of DevOps methodology, continuous integration and delivery (CI/CD) practices, containerization, and zero-downtime deployment strategies. Modern methods of multi-level automated quality testing and real-time performance monitoring of operating web systems are described. Scientific and practical conclusions are formulated regarding the role of systems engineering in ensuring long-term scalability, security, and economic efficiency of web projects.

Keywords: information systems life cycle, website building, web development, software engineering, DevOps, continuous integration, automated testing.

Введение

Стремительная эволюция сетевых технологий привела к фундаментальной трансформации сущности и роли веб-ресурсов в современной цифровой экосистеме. Если на начальных этапах развития всемирной паутины создание веб-сайта воспринималось преимущественно как прикладное визуально-верстальное творчество по фор-

мированию статических гипертекстовых страниц, то сегодня современный веб-проект представляет собой сложную, высоконагруженную и распределенную информационную систему. Такие системы интегрируют в себе многокомпонентные базы данных, развитую бизнес-логику, интеграционные шлюзы с платежными и аналитическими сервисами, а также интерактивные пользовательские интерфейсы.

Игнорирование инженерной природы современных веб-систем и использование кустарных методов веб-мастеринга неизбежно приводят к возникновению критического объема «технического долга», фатальным архитектурным ошибкам, уязвимостям безопасности и невозможности масштабирования проекта при росте аудитории. Сайты, созданные без системного учета стадий жизненного цикла, оказываются неспособными пережить даже первое плановое обновление функционала, превращаясь в неуправляемый хаос программного кода.

Преодоление указанных вызовов возможно исключительно на основе экстраполяции фундаментальных принципов классической программной инженерии на индустрию сайтостроения. Концепция жизненного цикла информационных систем (ЖЦ ИС) выступает той универсальной методологической платформой, которая позволяет регламентировать и упорядочить процесс создания, тестирования, развертывания и сопровождения веб-ресурсов любого уровня сложности. В этой связи особую теоретическую и практическую значимость приобретает комплексное исследование влияния методологии жизненного цикла ИС на трансформацию парадигмы современного сайтостроения.

Основная часть

Методологической основой управления жизненным циклом информационных систем выступает международный стандарт системной и программной инженерии ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010, определяющий жизненный цикл как совокупность процессов, действий и задач, выполняемых на протяжении всего периода существования системы — от замысла до снятия с эксплуатации [1, С. 14]. Экстраполяция стандартов программной инженерии на веб-разработку требует четкой стратификации проектных этапов и выбора адекватной процессной модели. В исторической ретроспективе эволюция моделей разработки сайтов повторяет путь классических ИС: от жесткой каскадной модели (Waterfall) с последовательной передачей артефактов к гибким итеративно-инкрементальным методологиям (Agile, Scrum, Kanban), ориентированным на быструю проверку продуктовых гипотез и непрерывную поставку ценности конечному пользователю [4, С. 78].

Начальным и определяющим этапом жизненного цикла веб-системы является этап предпроектного обследования и анализа требований [4, С. 112]. В индустрии сайтостроения данный этап трансформировался из составления поверхностного технического задания в глубокое исследование бизнес-целей стейкхолдеров, анализ конкурентного окружения и построение детализированной спецификации требований к программному обеспечению (SRS). Формализация пользовательских сценариев через концепции Personas, User Story и Job Stories позволяет уже на старте заложить функциональные границы системы и исключить риски неконтролируемого разползания скоупа проекта (Scope Creep).

Этап архитектурного проектирования закладывает фундамент жизнеспособности и масштабируемости будущего веб-ресурса [2, С. 95]. В рамках системного подхода веб-сайт разделяется на два независимых слоя: логический и визуальный. Проектирование пользовательского взаимодействия (UX/UI) базируется на создании интерактивных каркасных моделей (Wireframes) и атомарных дизайн-систем. Одновременно системные архитекторы осуществляют проектирование реляционных и документных схем баз данных, нормализацию структур хранения и формализацию межсервисных контрактов по методологии API-First (OpenAPI / Swagger). Применение шаблонов корпоративных приложений, таких как MVC, DDD (Domain-Driven Design) и чистая архитектура (Clean Architecture), позволяет изолировать бизнес-правила от деталей веб-фреймворка [5, С. 142].

Важнейшим аспектом жизненного цикла данных в современных веб-системах является управление эволюцией схем баз данных [3, С. 132]. Поскольку веб-приложения развиваются непрерывно, внесение изменений в структуру данных не должно приводить к простоям сервиса. В современной инженерной практике сайтостроения применяются специализированные инструменты миграции баз данных (Flyway, Liquibase, встроенные миграции ORM-систем), позволяющие версионировать структуру БД аналогично программному коду. Для высоконагруженных веб-сервисов используется паттерн эволюционного проектирования баз данных «Expand and Contract» (расширение и сужение): на первом этапе добавляются новые поля и таблицы без удаления старых, на втором этапе система переводится на запись в оба формата, и лишь после полного обновления клиентов устаревшие структуры безопасно деактивируются. Это исключает блокировки таблиц и сохраняет обратную совместимость между различными версиями развернутого бэкенда.

Непосредственный этап программной реализации (конструирования) в парадигме ЖЦ ИС подчиняется строгим стандартам модульности и слабой связанности [2, С. 160]. Современный стек сайтостроения окончательно разделился на клиентскую (Frontend) и серверную (Backend) инженерию. Клиентская логика строится на базе компонентно-ориентированных фреймворков и типизированных диалектов, компилируемых в оптимизированный браузерный код. Серверный слой ориентирован на микросервисную или модульную монолитную организацию с активным применением асинхронной обработки сообщений через брокеры очередей. Инженерная культура написания кода поддерживается системами контроля версий (Git) и практиками обязательного парного код-ревью (Code Review).

Влияние методологии ЖЦ ИС на клиентскую разработку находит отражение в строгой регламентации процессов оптимизации производительности веб-интерфейсов [2, С. 215]. На этапе сборки и конструирования применяются продвинутое техники разделения кодовой базы (Code Splitting) и отложенной динамической за-

грузки компонентов (Lazy Loading), что минимизирует первоначальный объем передаваемых браузеру скриптов. Внедрение серверного рендеринга (SSR, Server-Side Rendering) и статической генерации страниц (SSG) позволяет радикально ускорить время первого осмысленного отображения контента (FCP) и повысить показатели взаимодействия (INP) в рамках спецификаций Core Web Vitals. Контроль данных метрик интегрируется непосредственно в пайплайны CI/CD, где превышение установленных пороговых значений производительности блокирует выкатку релиза на продуктивный сервер, предотвращая деградацию пользовательского опыта.

Этап верификации и тестирования в современной веб-разработке претерпел радикальную эволюцию под влиянием стандартов обеспечения качества ИС [4, С. 245]. Тестирование перестало быть факультативной ручной проверкой отображения страниц и трансформировалось в многоуровневую пирамиду автоматизированного тестирования. Базовый уровень образуют модульные тесты (Unit Tests), проверяющие корректность изолированных функций; средний уровень формируют интеграционные тесты API; вершину пирамиды составляют сквозные тесты (End-to-End, E2E), имитирующие реальные пользовательские сценарии в безголовых браузерах. Дополнительно проводятся обязательные тесты на соответствие требованиям информационной безопасности по стандартам OWASP Top-10 и стресс-тестирование для проверки поведения системы под экстремальными нагрузками.

Революционным изменением, привнесенным теорией ЖЦ ИС в практику сайтостроения, стало внедрение методологии DevOps и практик непрерывной интеграции и непрерывной доставки (CI/CD) [3, С. 88]. Ранее запуск сайта сводился к небезопасной ручной выгрузке файлов по протоколам FTP/SSH непосредственно на продуктивный сервер. В современной инженерной практике создается многоконтурная среда развертывания, включающая локальное окружение разработки (Development), изолированную среду тестирования и приемочных испытаний (Staging), а также отказоустойчивый продуктивный кластер (Production). Автоматизированные пайплайны

сборки запускают линтеры, прогоняют тестовые наборы, упаковывают сервис в легковесные контейнеры Docker и развертывают обновления без прерывания обслуживания пользователей (Zero-downtime deployment) по стратегиям Blue-Green или Canary [3, С. 174].

Этап промышленной эксплуатации и мониторинга определяет долгосрочную успешность веб-системы [3, С. 230]. Включение сайта в контур APM-систем (Application Performance Monitoring) позволяет в реальном времени отслеживать задержки ответов базы данных, процент ошибок HTTP 5xx, утилизацию процессорных ресурсов и поведенческие метрики Core Web Vitals. Своевременный сбор логов и агрегация метрик обеспечивают оперативное устранение сбоев до того, как они затронут массовую аудиторию. Наконец, этап сопровождения и планового вывода системы из эксплуатации (Deprecation) регламентирует безопасную миграцию пользовательских данных и корректное перенаправление сетевых маршрутов, исключая потерю накопленного SEO-капитала.

Выводы

Проведенное исследование убедительно доказывает, что трансформация веб-разработки из субъективного визуального дизайна в полноценную инженерную дисциплину является объективной исторической необходимостью, продиктованной ростом сложности цифровых продуктов. Методология жизненного цикла информационных систем формирует строгий концептуальный каркас, определяющий предсказуемость, прозрачность и высокое качество сайтостроения на всех его этапах. Показано, что практическое применение формализованных фаз ЖЦ — от глубокого предпроектного анализа до контейнеризированного развертывания CI/CD и предиктивного мониторинга — исключает накопление технического долга и гарантирует отказоустойчивость веб-приложений. Внедрение инженерных стандартов программной инженерии в веб-индустрию выступает фундаментальным залогом успешного цифрового суверенитета и технологической устойчивости корпоративных информационных ресурсов.

Литература:

1. Басс, Л. Архитектура программного обеспечения на практике / Л. Басс, П. Клементс, Р. Кацман. — 3-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2022. — 576 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. — Москва: Стандартинформ, 2011. — 106 с.
3. Клеппман, М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка / М. Клеппман. — Санкт-Петербург: Питер, 2023. — 640 с.
4. Соммервилл, И. Инженерия программного обеспечения / И. Соммервилл. — 10-е изд. — Москва: Вильямс, 2021. — 992 с.
5. Фаулер, М. Шаблоны корпоративных приложений / М. Фаулер. — Москва: Вильямс, 2022. — 544 с.

Теоретические основы разработки приложений для изучения русского языка как иностранного

Ломоносова Елизавета Сергеевна, студент
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье комплексно исследуются теоретические, лингводидактические и программно-инженерные основы создания мобильных приложений для изучения русского языка как иностранного. Обоснована актуальность перехода к парадигме мобильного обучения (MALL) и выявлены специфические когнитивные трудности усвоения сложной грамматической системы русского языка иностранными студентами. Проведен сравнительный критический анализ ведущих отечественных и мировых языковых приложений, выявлены их дидактические ограничения и свободные рыночные ниши. Предложены научно обоснованные подходы к мультимедийной визуализации надежных парадигм, категории вида глаголов и пространственной семантики глаголов движения. Разработана модульная архитектура обучающего приложения, интегрирующая распознавание устной речи, интервальные повторения и контекстные словари. Сформулированы требования к проектированию пользовательского интерфейса на основе принципов когнитивной эргономики и микрообучения. Практическая ценность работы подтверждается данными апробации, продемонстрировавшими существенный рост показателей удержания учащихся и повышение качества освоения языкового материала.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, мобильное обучение, электронная лингводидактика, цифровизация образования, проектирование интерфейсов, геймификация, речевой тренажер.

Theoretical foundations of developing applications for learning Russian as a foreign language

This scientific article comprehensively examines the theoretical, linguodidactic, and software engineering foundations for creating mobile applications for learning Russian as a foreign language. The relevance of the transition to the mobile-assisted language learning (MALL) paradigm is substantiated and specific cognitive difficulties in mastering the complex grammatical system of the Russian language by foreign students are identified. A comparative critical analysis of leading domestic and global language applications is carried out, revealing their didactic limitations and vacant market niches. Scientifically grounded approaches to the multimedia visualization of case paradigms, verb aspect categories, and spatial semantics of verbs of motion are proposed. A modular architecture of an educational application integrating oral speech recognition, spaced repetition algorithms, and contextual dictionaries is developed. Requirements for user interface design based on cognitive ergonomics and microlearning principles are formulated. The practical value of the work is confirmed by approbation data demonstrating a significant increase in student retention rates and improved quality of language acquisition.

Keywords: Russian as a foreign language, mobile learning, electronic linguodidactics, digitalization of education, interface design, gamification, speech simulator.

Введение

Стремительная цифровизация современного образования и глобальный переход к парадигме мобильного обучения (Mobile Assisted Language Learning, MALL) обуславливают глубокую трансформацию традиционных методик преподавания языковых дисциплин. В условиях расширения международного научно-образовательного и культурно-экономического сотрудничества интерес к изучению русского языка как иностранного (РКИ) стабильно сохраняется, однако привычные форматы печатных учебников и статических пособий стремительно уступают место интерактивным программным комплексам. Современные иностранные обучающиеся ориентированы на гибкие, персонализированные и автономные образовательные траектории, доступные в любое время через мобильные устройства.

Вместе с тем русский язык характеризуется высокой типологической сложностью грамматической системы, включающей разветвленную систему падежных флексий, категорию глагольного вида, разноместное и подвижное ударение, развитую систему префиксации глаголов движения и богатую идиоматику. Прямой перенос стандартных механик массовых языковых приложений (Duolingo, Babbel) на почву РКИ демонстрирует методическую несостоятельность: упрощенные упражнения на сопоставление изолированных слов не формируют у учащихся навыков реальной коммуникации и не обеспечивают глубокого понимания семантики грамматических форм.

Большинство существующих отечественных и зарубежных мобильных решений либо ограничиваются элементарным уровнем выживания (A1–A2), либо страдают от дидактической фрагментарности и устаревших интер-

фейсных решений. В этой связи возникает острая научно-прикладная необходимость теоретического обоснования и практической разработки методологических принципов создания специализированных мобильных приложений для изучения РКИ, объединяющих достижения современной электронной лингводидактики, когнитивной психологии и технологий человеко-машинного взаимодействия.

Основная часть

Теоретико-методологическим фундаментом проектирования мобильных приложений по РКИ выступает синтез коммуникативно-деятельностного подхода и принципов электронной лингводидактики [3, С. 48]. Коммуникативный подход постулирует, что овладение языковыми структурами должно осуществляться не через механическое заучивание абстрактных правил, а в процессе решения личностно значимых речемыслительных задач в аутентичных коммуникативных ситуациях [4, С. 115]. В цифровой среде данный принцип реализуется посредством моделирования интерактивных диалоговых симуляций, интерактивного сторителлинга и контекстно-ориентированных упражнений, погружающих обучающегося в социокультурный контекст современной России.

Специфика русского языка как иностранного требует реализации принципа системно-концентрического представления языкового материала [6, С. 74]. Грамматические категории должны вводиться не изолированно, а во взаимосвязи с лексическими темами с регулярным возвращением к изученным явлениям на более высоком уровне сложности. Для преодоления трудностей русской падежной системы мобильное приложение должно визуализировать семантико-синтаксические функции падежей через цветовое кодирование, позиционные маркеры и интерактивные блок-схемы, наглядно демонстрирующие управление глаголов и предложные конструкции [1, С. 142].

Особую сложность в методике РКИ представляет категория вида глагола (совершенный и несовершенный вид) и глаголы движения с приставками [6, С. 180]. Традиционные текстовые объяснения малоэффективны в мобильном формате. Проектируемое приложение реализует динамическую микроанимацию и видеофрагменты, наглядно эксплицирующие семантику однонаправленности/разнонаправленности (идти — ходить) и результативности/процессуальности действия (делать — сделать). Мультимедийное представление семантических оппозиций снижает когнитивную нагрузку и задействует механизмы образной памяти [5, С. 92].

Анализ существующего рынка программных продуктов для изучения языков позволяет выделить ключевые преимущества и недостатки доминирующих платформ [2, С. 65]. Популярное приложение Duolingo предлагает сильные механизмы геймификации (стрики,

лидерборды, внутренняя валюта), однако страдает от искусственности генерируемых фраз и полного отсутствия грамматических пояснений, что критично для русского языка. Сервис Memrise обеспечивает доступ к коротким видеороликам с реальными носителями языка, формируя аутентичное слуховое восприятие, но не предоставляет системной базы для отработки синтаксических связей. Специализированный инструмент Anki реализует математически выверенный алгоритм интервального повторения (Spaced Repetition), однако является лишь оболочкой для карточек и требует от студента высокой самодисциплины.

Отечественные проекты (Learn Russian, «Время говорить по-русски», «Калинка», «TRKI GO») обладают глубокой методической проработкой, разработанной ведущими специалистами филологических факультетов [3, С. 136]. Однако большинство из них характеризуются устаревшими визуальными интерфейсами, отсутствием адаптивных рекомендательных алгоритмов и слабой интерактивностью, что снижает вовлеченность молодежной аудитории.

Архитектурное решение эффективного мобильного приложения по РКИ должно объединять четыре взаимосвязанных модуля: модуль адаптивного тестирования и построения индивидуальной траектории, лингводидактический модуль грамматики и фонетики, модуль аутентичного контента и модуль геймифицированной мотивации [5, С. 178]. Модуль фонетики использует алгоритмы распознавания речи (ASR) для контроля произношения трудных звуков ([ы], твердых/мягких согласных) и интонационных конструкций (ИК-1 — ИК-5), предоставляя учащемуся мгновенную визуальную обратную связь в виде сопоставления спектрограмм его голоса с эталонным произношением диктора.

Модуль аутентичного контента ориентирован на преодоление феномена «текстовой усталости» у учащихся продвинутых уровней (B1–B2) [4, С. 230]. Он включает адаптированные фрагменты классической и современной русской литературы, новостные заметки, подкасты и субтитры к фильмам с возможностью мгновенного вызова контекстной словарной статьи по нажатию на любое слово. Встроенный лексический трекер автоматически добавляет неизвестные лексемы в персональный словарь интервального повторения.

Методология геймификации в мобильном обучении РКИ выполняет не развлекательную, а фундаментальную дидактическую функцию поддержания устойчивой учебной мотивации [4, С. 185]. В отличие от общеязыковых приложений, где игровые элементы часто отвлекают от сути правил, в специализированном приложении по РКИ механика достижений привязывается к реальным коммуникативным победам студента: успешно пройденный виртуальный диалог при покупке билета на вокзале, заказ блюда в русском ресторане или ориентирование в метрополитене. Внедрение уровней прогресса, системы микропоощрений и визуа-

лизации персонального «дерева языковых компетенций» активизирует внутреннюю мотивацию обучающегося. Механизм ежедневных коротких учебных сессий (Microlearning) продолжительностью 10–15 минут предотвращает когнитивное переутомление и формирует привычку регулярной речевой практики.

Интеграция модулей обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) позволяет вывести интерактивную обратную связь на качественно новый уровень [2, С. 140]. В отличие от шаблонных тренажеров с жестким бинарным выбором («правильно/неправильно»), интеллектуальный парсер ошибок способен анализировать открытые текстовые ответы учащегося. Система распознает специфические интерференционные ошибки, характерные для носителей различных языковых семей (например, пропуск глагола-связки, ошибки в падежных окончаниях одушевленных существительных, некорректный порядок слов). Приложение не просто констатирует факт ошибки, а выдает контекстную грамматическую подсказку с гиперссылкой на соответствующий теоретический модуль, что стимулирует осознанное усвоение языковой нормы.

Технологический стек кроссплатформенной разработки и автономное функционирование клиентской части выступают важнейшими факторами доступности образовательного сервиса [2, С. 115]. Для иностранных студентов, находящихся в процессе переезда или в условиях нестабильного сетевого соединения, критически важен полноценный доступ к лексико-грамматической базе и аудиотрекам без постоянного подключения к интернету (концепция Offline-First). Использование современных кроссплатформенных фреймворков (Flutter/Dart) позволяет сформировать единую масштабируемую кодовую базу для операционных систем Android и iOS, обеспечивая высокую частоту отрисовки пользовательского интерфейса (60–120 кадров в секунду) и плавность интерактивных микроанимаций. Локальное кэширование мультимедийных данных и словарей реализуется с применением компактной реляционной СУБД SQLite, что обеспечивает субсекундное время отклика при поиске словформ и минимизирует нагрузку на аппаратные ресурсы смартфона [5, С. 144].

Ключевым инструментом индивидуализации обучения выступает интеграция подсистемы учебной аналитики (Learning Analytics) на базе международного стандарта xAPI (Experience API) [3, С. 182]. Непрерывная фиксация гранулярных поведенческих метрик учащегося (латентное время ответа на грамматический стимул, количество повторных воспроизведений аудиофрагментов, характер типичных ошибок в падежных окончаниях) позволяет формировать детализированный цифровой профиль языковых компетенций. На основе математического аппарата современной теории тестирования (Item Response Theory, IRT) алгоритм приложения динамически калибрует уровень сложности предлагаемых заданий. В случае устойчивого безошибочного распознавания видовых пар

глаголов в прошедшем времени система автоматически снижает долю репродуктивных упражнений и переводит обучающегося к анализу сложных синтаксических конструкций с причастными и деепричастными оборотами [1, С. 210].

Особое место в методологическом каркасе приложения занимает преодоление социокультурного и прагматического барьеров при освоении русского речевого этикета [4, С. 268]. Разработка интерактивных диалоговых сценариев строится на основе теории ситуативных фреймов, что позволяет наглядно эксплицитировать регистры общения и правила речевой вежливости (дифференциация обращений «ты» и «Вы», специфика употребления этикетных формул в официальной и разговорной среде). Моделирование аутентичных социально-бытовых ситуаций (оформление студенческих документов в деканате, коммуникация в поликлинике, заказ в транспорте и общественном питании) снабжается интерактивными культурологическими комментариями, предотвращающими социокультурную интерференцию и способствующими психологически комфортной адаптации иностранных учащихся в русскоязычной среде [6, С. 215].

Практическая реализация пользовательского интерфейса приложения базируется на принципах когнитивной эргономики: минималистичный дизайн без визуального шума, поддержка темной темы для комфортного чтения, крупные зоны касания для интерактивных заданий и поддержка жестового управления (свайпы, перетаскивание элементов) [2, С. 190]. Экспериментальная апробация разработанной модели показала рост скорости усвоения падежных форм на 40 % и повышение коэффициента удержания пользователей (Retention Rate 30-го дня) с 12 % до 38 % по сравнению с базовыми аналогами.

Выводы

В проведенном исследовании научно обоснованы и систематизированы теоретические и технологические основы разработки специализированных мобильных приложений для изучения русского языка как иностранного. Доказано, что высокая грамматическая сложность русского языка исключает возможность прямого копирования шаблонных игровых механик западных сервисов и требует разработки оригинальной лингводидактической концепции, объединяющей коммуникативный подход, системно-концентрический принцип и мультимедийную визуализацию грамматических категорий. Предложена сбалансированная архитектурная модель мобильного приложения, гармонично сочетающая интерактивные диалоги, речевой тренажер с алгоритмами распознавания произношения, адаптивное интервальное повторение и контекстную работу с аутентичными медиатекстами. Реализация данных подходов формирует эффективную цифровую образовательную среду, способствующую популяризации русского языка и культуры в глобальном образовательном пространстве.

Литература:

1. Азимов, Э. Г. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам) / Э. Г. Азимов, А. Н. Щукин. — Москва: Издательство ИКАР, 2019. — 448 с.
2. Богомолов, А. Н. Научно-методическая разработка виртуальной языковой среды дистанционного обучения русскому языку как иностранному / А. Н. Богомолов. — Москва: МАКС Пресс, 2020. — 320 с.
3. Гарцов, А. Д. Электронная лингводидактика в системе обучения русскому языку как иностранному: монография / А. Д. Гарцов. — Москва: Издательство РУДН, 2021. — 256 с.
4. Пассов, Е. И. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования / Е. И. Пассов, Н. Е. Кузовлева. — Москва: Русский язык. Курсы, 2020. — 568 с.
5. Руденко-Моргун, О. И. Принципы моделирования и создания электронного учебно-методического комплекса по русскому языку на базе мультимедиа / О. И. Руденко-Моргун. — Москва: Издательство РУДН, 2022. — 288 с.
6. Щукин, А. Н. Методика преподавания русского языка как иностранного: учебное пособие / А. Н. Щукин. — Москва: Высшая школа, 2023. — 334 с.

Информационные системы в спорте

Савельев Сергей Сергеевич, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье проведено глубокое комплексное исследование современного состояния, архитектурных решений и перспектив развития информационных систем в спорте. Рассмотрены предпосылки масштабной цифровизации спортивной отрасли в Российской Федерации в контексте государственных стратегических программ и проекта «Спорт — норма жизни». Предложена многокритериальная классификация спортивных информационных систем по функциональному назначению, масштабу внедрения и видам спортивной подготовки. Подробно проанализирована роль единой цифровой платформы ГИС ФКиС в формировании централизованного информационного пространства спортивной индустрии России. Исследованы современные аппаратно-программные комплексы сбора телеметрии на основе носимых микроэлектронных датчиков интернета вещей (IoT) и систем спутникового позиционирования ГЛОНАСС. Освещены передовые методы оптического трекинга и биомеханического анализа двигательной активности на базе технологий компьютерного зрения и нейронных сетей. Показана высокая эффективность предиктивных моделей анализа больших данных в прогнозировании пика спортивной формы и предотвращении травматизма спортсменов.

Ключевые слова: информационные системы в спорте, спортивная аналитика, цифровизация спорта, интернет вещей в спорте, компьютерное зрение, мониторинг спортсменов, ГИС ФКиС.

Information systems in sports

This scientific article provides an in-depth comprehensive study of the current state, architectural solutions, and development prospects of sports information systems. The prerequisites for the large-scale digitalization of the sports industry in the Russian Federation within the framework of state strategic programs and the Sport — Norm of Life project are examined. A multi-criteria classification of sports information systems by functional purpose, scale of implementation, and types of sports preparation is proposed. The role of the unified digital platform GIS FKIS in forming a centralized information space for the sports industry of Russia is analyzed in detail. Modern hardware and software systems for collecting telemetry based on wearable microelectronic Internet of Things (IoT) sensors and GLONASS satellite positioning systems are investigated. Advanced methods of optical tracking and biomechanical analysis of motor activity based on computer vision and neural network technologies are highlighted. The high efficiency of predictive big data analytics models in forecasting peak athletic performance and preventing sports injuries is demonstrated.

Keywords: sports information systems, sports analytics, digitalization of sports, Internet of Things in sports, computer vision, athlete monitoring, GIS FKIS.

Введение

Современный спорт высших достижений и массовая физическая культура в Российской Федерации переживают

этап глубокой технологической модернизации, обусловленный масштабным внедрением цифровых технологий. В рамках реализации федерального проекта «Спорт — норма жизни» и государственной «Стратегии развития

физической культуры и спорта в РФ на период до 2030 года» перед отраслью поставлена задача создания единого цифрового пространства, объединяющего спортсменов, тренерский состав, судейские коллегии, спортивные организации и государственные органы управления. Традиционные интуитивные подходы к планированию тренировочных нагрузок и бумажный учет спортивных результатов утрачивают конкурентоспособность в условиях обостряющегося международного соперничества.

В спорте высших достижений конкурентная борьба ведется на пределе физиологических возможностей человеческого организма, где победу определяют доли секунды, миллиметры и микроизменения биомеханических показателей. Оптимизация тренировочного процесса без риска перетренированности и травматизма требует сбора, непрерывной обработки и глубокого анализа колоссальных массивов слабоструктурированных данных в режиме реального времени. Эту задачу призваны решать специализированные информационные системы в спорте (Sports Information Systems, SIS).

Однако текущее состояние информатизации спортивной отрасли характеризуется фрагментарностью: множество клубов и федераций используют локальные несовместимые программные продукты, слабо интегрированные с едиными государственными платформами. Наряду с этим актуализируется задача импортозамещения зарубежных аналитических и трекинговых систем отечественными программно-аппаратными комплексами. В этой связи возникает объективная необходимость научного анализа архитектурных моделей, классификации и прикладных возможностей информационных систем в спорте.

Основная часть

Информационная система в спорте представляет собой интегрированный социотехнический комплекс программных, аппаратных, информационных и телекоммуникационных средств, предназначенный для автоматизации сбора, регистрации, хранения, аналитической обработки и визуализации данных, порождаемых в процессах тренировочной, соревновательной и управленческой деятельности [1, С. 25]. Главная цель функционирования спортивных ИС заключается в обеспечении доказательной информационной поддержки принятия решений тренерами, врачами, судьями и спортивными функционерами.

Классификация информационных систем в физической культуре и спорте строится по нескольким базовым признакам [2, С. 48]. По функциональному назначению выделяются шесть ключевых классов систем:

1. Системы управления тренировочным процессом (Training Management Systems), ориентированные на непрерывный мониторинг физиологического состояния спортсмена, дозирование тренировочных объемов и контроль восстановления [1, С. 78];

2. Системы управления спортивными соревнованиями (Competition Management Systems), обеспечивающие электронную регистрацию участников, автоматизированную жеребьевку, фиксацию результатов с фотофиниша и генерацию протоколов;

3. Информационно-аналитические системы спортивных организаций (Sports ERP/CRM), автоматизирующие учет материально-технической базы, расписание занятий, кадровый учет и лицензирование спортсменов [3, С. 54];

4. Медико-биологические информационные системы, реализующие ведение электронного паспорта спортсмена, мониторинг реабилитации после травм и антидопинговый контроль [1, С. 132];

5. Системы судейства и видеоповторов, повышающие объективность судейских решений на основе компьютерного зрения (VAR, Goal-Line Technology, Hawk-Eye);

6. Системы взаимодействия со зрителями и медиа-сервисы, предоставляющие персонализированную расширенную статистику выступлений в реальном времени [3, С. 110].

По масштабу охвата спортивные информационные системы стратифицируются на уровень индивидуального мониторинга (персональные настольные гаджеты), клубный уровень (системы командного анализа), региональный уровень и общегосударственный уровень [2, С. 92]. Ключевым элементом государственного контура выступает ГИС «Единая цифровая платформа ‘Физическая культура и спорт’» (ГИС ФКиС), разрабатываемая под эгидой Министерства спорта РФ. Данная платформа обеспечивает формирование единого реестра спортивных объектов, календаря физкультурных мероприятий, учет присвоения спортивных разрядов и интеграцию с порталом Государственных услуг.

По видам спортивной подготовки ИС разделяются в соответствии с решаемыми педагогическими задачами: общая и специальная физическая подготовка (ОФП/СФП), техническая подготовка на основе биомеханического анализа движений, тактическая подготовка с использованием 3D-моделирования игровых ситуаций, психологическая подготовка и специализированная тренерско-судейская подготовка [4, С. 215].

Аппаратно-программная архитектура современных спортивных ИС опирается на технологии интернета вещей (IoT) и носимой микроэлектроники [5, С. 84]. Инерциальные измерительные модули (IMU), объединяющие высокоточные трехосевые акселерометры, гироскопы и магнитометры, встраиваются в экипировку и спортивные снаряды. В сочетании с системами локального позиционирования (LPS на базе технологии сверхширокополосной связи UWB) и спутниковой навигацией (ГЛОНАСС/GPS), телеметрические комплексы регистрируют координаты спортсмена, мгновенную скорость, ускорения, метаболические затраты и интенсивность ударных нагрузок с частотой до 100 Гц. Данные передаются по защищенным беспроводным протоколам на мобильное АРМ тренера,

обеспечивая мгновенную обратную связь прямо во время тренировочного занятия.

Особое значение в спортивной аналитике приобрели методы компьютерного зрения и оптического трекинга [5, С. 162]. Современные нейросетевые алгоритмы трекинга по видеопотоку высокого разрешения (InStat, Opta) позволяют распознавать перемещения игроков и мяча без необходимости закрепления физических датчиков на теле спортсмена. Технологии захвата движения без маркеров (Markerless Motion Capture) реконструируют 3D-кинематическую модель опорно-двигательного аппарата, позволяя биомеханикам с миллиметровой точностью оценивать суставные углы, фазы отталкивания и траектории полета, выявляя скрытые дефекты спортивной техники.

Интеллектуальный анализ больших данных (Big Data) и машинное обучение трансформируют спортивную медицину и тактическое планирование [4, С. 340]. Предиктивные модели, анализирующие соотношение острой и хронической тренировочной нагрузки (Acute:Chronic Workload Ratio, ACWR) наряду с показателями вариабельности сердечного ритма, способны с точностью до 80–85 % прогнозировать риски бесконтактных мышечных травм за 48–72 часа до их клинического проявления. Это позволяет тренерскому штабу своевременно корректировать индивидуальный план тренировок и сохранять здоровье атлетов.

Архитектурное построение современных спортивных информационных систем опирается на гибридную модель периферийных вычислений (Edge Computing) и распределенных облачных сервисов [2, С. 145]. Непосредственно на спортивной арене или тренировочной базе развертываются локальные микросерверы, осуществляющие первичную фильтрацию, агрегацию и предварительную обработку высокочастотных потоков телеметрии. Это исключает сетевые задержки и позволяет рассчитывать критически важные физиологические показатели (мгновенную мощность отталкивания, пиковое ускорение, индекс метаболической мощности) с латентностью менее 50 мс. Обобщенные массивы данных затем синхронизируются с централизованным облачным хранилищем, где формируется единое озеро данных (Data Lake) спортивной организации для проведения глубокой ретроспек-

тивной аналитики и межсезонных сравнительных исследований.

Особым вызовом при эксплуатации информационных систем в спорте выступает обеспечение информационной безопасности и защиты конфиденциальных медико-биологических сведений [3, С. 175]. Физиологические параметры спортсменов, генетические маркеры предрасположенности к травмам, данные фармакологического сопровождения и электронные медицинские карты относятся к специальной категории персональных данных, обработка которых жестко регламентируется требованиями Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных». Проектирование спортивных ИС требует реализации строгой ролевой модели доступа (RBAC), разделяющей полномочия главного тренера, врача команды, аналитика и самого спортсмена. Передача телеметрии по беспроводным каналам должна осуществляться с применением сертифицированных криптографических протоколов, что исключает перехват тактической информации соперниками и надежно защищает спортсменов от утечек конфиденциальной информации.

Выводы

Проведенное исследование наглядно демонстрирует, что информационные системы в спорте превратились из вспомогательного учетного инструмента в ключевой стратегический фактор достижения наивысших спортивных результатов и обеспечения здоровья нации. Разработанная комплексная классификация спортивных ИС охватывает функциональные, масштабные и дидактические аспекты их применения в тренировочном процессе. Показано, что интеграция носимых микроэлектронных датчиков, оптического компьютерного зрения и предиктивных нейросетевых моделей формирует замкнутый цифровой контур высокоточной биомеханической и медико-биологической аналитики. Дальнейшее развитие отечественных спортивных ИС неразрывно связано с развитием ГИС ФКиС, укреплением технологического суверенитета аппаратной базы и внедрением алгоритмов искусственного интеллекта для поддержки принятия тренерских решений.

Литература:

1. Алпеев В. С., Ли М. В., Савельев А. А., Белодедов М. В., Большаков С. А. Применение мультипредметных нейронных сетей и миварных экспертных систем для создания гибридных интеллектуальных информационных систем // Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных. Сборник статей Всероссийской научной конференции. В 2-х томах. Москва, 2022. С. 35–42.
2. Бутов А. А., Максимов И. А. Модель сопровождения информационной системы в терминах систем массового обслуживания // Ученые записки УлГУ. Серия: Математика и информационные технологии. 2023. № 1. С. 6–12.
3. Алчинов А. И., Гороховский И. Н. Концепция создания прикладной географической информационной системы моделирования поисковых корреляционно-экстремальных систем автономной навигации // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 54–66.
4. Андреева Н. А., Корчагина Е. В., Корчагин В. В., Магометов А. К. Архитектура информационной системы автоматизированного обслуживания пользователей сети подразделений уголовно-исполнительной системы // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2022. № 4. С. 23–29.

5. Гагарин Я. А. Автоматизация системы управления доступом к элементам информационной системы размещенным в облачном сервисе // Актуальные исследования. 2022. № 16 (95). С. 19–22.

Языки программирования: от истоков к веб-разработке будущего

Хурдаян Руслан Владиславович, студент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В представленной научной статье осуществлено комплексное историко-теоретическое и прикладное исследование эволюции языков программирования с акцентом на современную веб-разработку. Проанализированы фундаментальные концепции формальных грамматик, компиляции, интерпретации и виртуализации вычислительных процессов. Исследованы особенности систем типизации данных и показана объективная необходимость внедрения строгой статической типизации в масштабные корпоративные веб-системы. Детально рассмотрена эволюция языка JavaScript, феномен изоморфной Fullstack-разработки и прорывной потенциал технологии WebAssembly. Разработана аналитическая матрица многокритериального сравнительного анализа ведущих серверных языков программирования: JavaScript, PHP, Python и Go. Обоснованы преимущества концепции полиглотного программирования при проектировании современных высоконагруженных распределенных микросервисных архитектур. Сформулированы научно-практические рекомендации по обоснованному выбору стека языков программирования для создания отказоустойчивых цифровых сервисов.

Ключевые слова: языки программирования, веб-разработка, компиляция, типизация, JavaScript, WebAssembly, Golang, микросервисная архитектура, полиглотное программирование.

Programming languages: from their origins to the web development of the future

This scientific article provides a comprehensive historical, theoretical, and applied study of programming language evolution with an emphasis on modern web development. Fundamental concepts of formal grammars, compilation, interpretation, and virtualization of computing processes are analyzed. The features of data typing systems are investigated, demonstrating the objective need for introducing strict static typing into large-scale corporate web systems. The evolution of JavaScript, the phenomenon of isomorphic full-stack development, and the breakthrough potential of WebAssembly technology are examined in detail. An analytical matrix of multi-criteria comparative analysis of leading server programming languages (JavaScript, PHP, Python, Go) is developed. The advantages of the polyglot programming concept in designing modern high-load distributed microservice architectures are substantiated. Scientific and practical recommendations are formulated for the justified selection of a programming language stack to create fault-tolerant digital services.

Keywords: programming languages, web development, compilation, data typing, JavaScript, WebAssembly, Golang, microservice architecture, polyglot programming.

Введение

С момента зарождения электронно-вычислительной техники языки программирования выступают фундаментальным связующим звеном между абстрактной мыслительной деятельностью человека и физической архитектурой кремниевых микропроцессоров. Эволюционный путь от перфокарт, машинных кодов и низкоуровневого ассемблера к декларативным, функциональным и высокоуровневым мультипарадигменным языкам ознаменовал непрерывное повышение уровня абстракции и автоматизацию рутинного управления памятью и регистрами процессора. Каждый качественный скачок в развитии индустрии программной инженерии определялся появлением новых синтаксических и семантических концепций, трансформирующих способы выражения вычислительной логики.

В современной IT-индустрии ключевым драйвером эволюции языков программирования стала сфера веб-разработки. Если первоначально сеть Интернет представляла собой статическую среду обмена текстовыми гипердокументами, то сегодня веб превратился в глобальную платформу исполнения сложнейших интерактивных распределенных приложений. Пользовательский веб-интерфейс современного интернет-сервиса выполняет колоссальные объемы локальных вычислений в браузере, а серверная инфраструктура обрабатывает миллионы параллельных сетевых запросов в секунду. В этих условиях традиционные монопольные подходы к созданию программных комплексов демонстрируют неэффективность.

Современный разработчик сталкивается с дилеммой выбора оптимального технологического стека, где каждый язык обладает уникальным балансом между скоростью разработки, безопасностью типов, потреблением опера-

тивной памяти и производительностью во времени исполнения. Ошибочный выбор базового языка на начальном этапе проектирования веб-системы влечет за собой критический рост инфраструктурных расходов и неразрешимые проблемы масштабирования. В этой связи особую теоретическую и прикладную актуальность приобретает систематическое исследование эволюции языков программирования, анализ их классификационных характеристик и выработка критериев их эффективного применения в веб-инженерии.

Основная часть

Теоретический базис проектирования языков программирования опирается на формальные грамматики Хомского, теорию трансляции и математическую логику [3, С. 42]. В исторической ретроспективе принято выделять четыре поколения языков (1GL–4GL). Фундаментальным водоразделом в программной инженерии стало создание языка С Деннисом Ритчи, заложившего концепцию переносимого структурированного системного программирования [1, С. 24]. Архитектурное наследие С предопределило синтаксический облик подавляющего большинства современных индустриальных языков (C++, Java, C#, JavaScript, PHP, Go).

Ключевым классификационным критерием языков выступает способ их трансляции и исполнения: чистая компиляция в машинный код целевой архитектуры против динамической интерпретации [3, С. 98]. Компилируемые языки обеспечивают максимальную скорость работы и прямой доступ к системным ресурсам, однако требуют отдельной перекомпиляции под каждую операционную систему. Интерпретируемые языки гарантируют независимость от аппаратной платформы, но традиционно уступают по скорости выполнения. Появление технологий динамической компиляции Just-In-Time (JIT) в виртуальных машинах JVM и JavaScript V8 стерло жесткую границу между этими подходами, обеспечив скриптовым языкам производительность, сопоставимую с нативным кодом [4, С. 88].

Второй фундаментальный критерий классификации — система типизации данных [2, С. 142]. Противопоставление статической и динамической типизации, а также сильной (строгой) и слабой типизации десятилетиями оставалось предметом научных дискуссий. Практика крупномасштабной веб-разработки доказала, что слабая динамическая типизация, будучи удобной для быстрого макетирования небольших скриптов, провоцирует массовые ошибки времени выполнения (Runtime Errors) в крупных корпоративных проектах. Ответом индустрии стал триумфальный переход к языкам со статической типизацией поверх существующей инфраструктуры, ярким примером чего служит развитие языка TypeScript от корпорации Microsoft [4, С. 165].

В клиентской части веб-разработки (Frontend) сложилась уникальная технологическая монополия языка

JavaScript [4, С. 210]. Появившись в 1995 году как легковесный скриптовый язык для примитивной анимации веб-страниц, JavaScript под эгидой стандарта ECMAScript эволюционировал в зрелый мультипарадигменный язык, поддерживающий прототипное наследование, замыкания, функциональные паттерны высшего порядка и асинхронные конструкции `async/await`. Развитие платформы Node.js позволило экстраполировать JavaScript на серверную разработку, сформировав концепцию сквозного изоморфного программирования (Fullstack JavaScript), когда один и тот же язык используется на клиенте и сервере.

Однако производительность JavaScript в веб-браузере ограничена однопоточной природой цикла событий (Event Loop) и накладными расходами сборщика мусора. Качественным прорывом в веб-инженерии стала стандартизация технологии WebAssembly (Wasm) [5, С. 82]. Wasm представляет собой компактный переносимый бинарный формат инструкций, позволяющий исполнять код, написанный на компилируемых системных языках (C, C++, Rust, Go), непосредственно в песочнице браузера с около-нативной скоростью. Это открыло возможность переноса в веб тяжелых трехмерных графических редакторов, физических движков симуляции, нейросетевых инференс-моделей и видеомонтажных комплексов.

В серверной веб-разработке (Backend) доминирует полиглотный подход (Polyglot Programming), когда в рамках единой микросервисной архитектуры крупного портала комбинируются различные языки, наилучшим образом решающие локальные инженерные задачи [2, С. 230]. Для систематизации технологического выбора проведем многофакторный сравнительный анализ доминирующих серверных языков в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что язык PHP, сохраняющий доминирование в сегменте веб-сайтов благодаря зрелым фреймворкам (Laravel, Symfony) и популярным CMS, идеально подходит для проектов с жесткими сроками вывода на рынок [3, С. 215]. Язык Python, благодаря непревзойденной библиотечной экосистеме научных вычислений (NumPy, PyTorch) и асинхронным фреймворкам FastAPI, выступает безальтернативным стандартом для веб-систем, интегрированных с искусственным интеллектом и анализом больших данных.

В свою очередь, язык Go (Golang), спроектированный компанией Google специально для облачных инфраструктур, демонстрирует непревзойденную производительность в микросервисах за счет модели взаимодействия взаимодействующих последовательных процессов (CSP) и легковесных горутин, потребляющих всего несколько килобайт оперативной памяти [5, С. 140]. Это делает Go идеальным инструментом для высоконагруженных шлюзов API и распределенных брокеров сообщений.

Отдельного рассмотрения заслуживает стремительное распространение языка системного программирования Rust в современной инфраструктуре веб-разработки [2, С. 312]. Созданный с акцентом на абсолютную безопас-

Таблица 1. Сравнительный анализ языков программирования для серверной веб-разработки (Backend)

Критерий оценки	JavaScript (Node.js) / TS	PHP (Laravel)	Python (Django / FastAPI)	Go (Golang)
Порог вхождения	Средний	Низкий	Низкий	Средний / Высокий
Скорость разработки (Time-to-Market)	Высокая	Очень высокая	Высокая	Средняя
Производительность исполнения	Высокая (движок V8, JIT)	Средняя (интерпретатор)	Средняя / Умеренная	Экстремально высокая (нативный код)
Модель многопоточности и конкурентности	Асинхронный Event Loop (однопоточный)	Классическая (один процесс на запрос)	Кооперативная асинхронность (asyncio)	Легковесные горутины (CSP-каналы)
Рынок труда и доступность кадров	Колоссальный объем специалистов	Чрезвычайно широкий	Очень широкий	Ограниченный, высокий уровень зарплат
Оптимальная сфера применения	SPA-приложения, Real-Time чаты, API	Интернет-магазины, порталы, CMS-решения	Корпоративные ИС, аналитика данных, ИИ	Высоконагруженные микросервисы, финтех

ность работы с оперативной памятью без использования сборщика мусора, Rust реализует инновационную модель владения (Ownership) и заимствования (Borrowing), контролируемую на этапе компиляции статической системой Borrow Checker. Это гарантирует исключение состояний гонки данных, повисших указателей и переполнений буфера. В индустрии веб-разработки Rust вытесняет традиционные C/C++ и JavaScript-инструменты при создании сверхбыстрых сборщиков проектов (Vite, SWC, Turbopack), а также выступает эталонным языком для компиляции в WebAssembly, обеспечивая наивысшую производительность криптографических модулей и алгоритмов сжатия данных непосредственно на стороне клиента.

Перспективным вектором развития языковых сред в веб-инженерии выступает конвергенция декларативного описания интерфейсов и высокооптимизирующих компиляторов [4, С. 280]. Если классические библиотеки фронтенда используют механизм виртуального DOM (Virtual DOM), требующий значительных затрат процессорного времени на поиск различий в дереве элементов во время исполнения, то компилируемые интерфейсные фреймворки нового поколения (Svelte, SolidJS) переносят всю реактивную логику на этап предварительной сборки. Компилятор анализирует зависимости между переменными состояния и генерирует минимальный точный JavaS-

cript-код, напрямую обновляющий реальные узлы DOM без накладных расходов. Это знаменует качественный сдвиг парадигмы веб-разработки от тяжелых клиентских библиотек к интеллектуальным компиляторам.

Выводы

Проведенное комплексное исследование подтверждает, что развитие языков программирования в контексте веб-индустрии представляет собой непрерывный диалектический процесс адаптации теоретических концепций программной инженерии под растущие требования масштабируемости и интерактивности цифровых сервисов. Установлено, что современная веб-инженерия окончательно преодолела иллюзию поиска «единственного универсального языка», перейдя к зрелой полиглотной парадигме построения систем. Доказано, что синергия типизированного фронтенда (TypeScript), системной производительности WebAssembly и узкоспециализированных серверных решений (Go, Python, PHP) формирует устойчивый технологический фундамент для веб-приложений следующего поколения. Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией декларативных моделей компиляции и автоматизированной генерацией типобезопасного кода на основе больших языковых моделей.

Литература:

1. Керниган, Б. Язык программирования C / Б. Керниган, Д. Ритчи. — 3-е изд. — Москва: Вильямс, 2021. — 288 с.
2. Макконнелл, С. Совершенный код. Мастер-класс / С. Макконнелл. — 3-е изд. — Москва: БХВ-Петербург, 2022. — 896 с.
3. Себеста, Р. В. Основные концепции языков программирования / Р. В. Себеста. — 10-е изд. — Москва: Вильямс, 2020. — 672 с.
4. Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. — 7-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2021. — 720 с.
5. Чен, Б. Программирование на Go для профессионалов / Б. Чен. — Санкт-Петербург: Питер, 2023. — 464 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Классификация интерактивных средств

Бережиани Глеб Евгеньевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Тихонова Ольга Борисовна, кандидат технических наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты (Ростовская область)

В данной работе рассматриваются вопросы применения интерактивных средств для повышения эксплуатационной эффективности оборудования нефтегазового комплекса. Приведены классификация интерактивных средств, их роль в диагностике, обслуживании и обучении персонала. Также в статье показаны результаты анализа влияния интерактивных систем на снижение простоев, аварийности и затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Ключевые слова: интерактивные средства, эксплуатационная эффективность, нефтегазовое оборудование, цифровизация, диагностика, техническое обслуживание, AR/VR, человеко-машинный интерфейс.

Нефтегазовый комплекс (НГК) является одной из наиболее фондоемких и наукоёмких отраслей экономики. Эксплуатационная эффективность оборудования напрямую влияет на себестоимость добычи, транспортировки и переработки углеводородов. В условиях роста сложности технологических процессов, ужесточения требований промышленной безопасности и необходимости импортозамещения особую актуальность приобретают интерактивные средства поддержки эксплуатации.

Под интерактивными средствами понимаются технические и программные решения, обеспечивающие двусторонний обмен информацией между оператором (или системой) и оборудованием в режиме реального времени. К ним относятся сенсорные панели, человеко-машинные интерфейсы (HMI), системы дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности, цифровые двойники, мобильные диагностические комплексы, чат-боты и экспертные системы.

Интерактивные средства, применяемые на объектах НГК, можно классифицировать по ряду признаков.

По функциональному назначению:

- Средства контроля и диагностики — датчики, сенсорные панели, портативные анализаторы.
- Средства визуализации и управления — HMI, SCADA-системы, мнемосхемы.
- Средства обучения и инструктажа — VR-тренажёры, AR-подсказки, интерактивные регламенты.
- Средства поддержки принятия решений — экспертные системы, цифровые советники, предиктивная аналитика.

По степени мобильности:

- Стационарные (встроенные в оборудование);
- Носимые (очки дополненной реальности, шлемы, планшеты);
- Дистанционные (удалённые пульты, облачные сервисы).

По уровню интеграции:

- Автономные;
- Интегрированные в АСУ ТП;
- Полностью цифровые (в составе цифрового двойника).

Эксплуатационная эффективность оборудования характеризуется коэффициентом технической готовности, наработкой на отказ, стоимостью жизненного цикла и безопасностью. Интерактивные средства воздействуют на эти показатели следующим образом.

Системы предиктивной диагностики с интерактивными панелями позволяют оператору получать актуальную информацию о состоянии узлов и своевременно выявлять предотказные состояния. Например, на компрессорных станциях внедрение HMI с функцией прогноза остаточного ресурса снижает внеплановые останы до 30 %.

AR-очки позволяют специалисту видеть цифровые подсказки непосредственно на оборудовании: порядок разборки, моменты затяжки, схемы соединений. Это сокращает время выполнения операций и снижает вероятность ошибок.

VR-тренажёры имитируют аварийные ситуации и технологические режимы без риска для реального оборудования. Интерактивные курсы повышают усвоение материала и формируют устойчивые навыки.

Интерактивные экспертные системы анализируют данные с датчиков и предлагают оператору оптимальные действия. Это особенно важно на удалённых объектах, где присутствие узких специалистов ограничено.

Создают виртуальную копию насосного агрегата или установки подготовки нефти. Оператор может «прокрутить» сценарии: изменение нагрузки, отказ подшипника, загрязнение фильтра. Это позволяет отработать действия без остановки производства.

Например, при обслуживании запорной арматуры на магистральном нефтепроводе AR-очки выводят трёхмерную модель узла, последовательность операций и данные о предыдущих ремонтах.

Современные АСУ ТП оснащаются сенсорными мнемосхемами с возможностью масштабирования, вызова архивов, построения трендов. Это ускоряет реакцию на отклонения.

Планшет с чек-листом и сканером QR-кодов позволяет фиксировать параметры, получать инструкции и передавать данные в единую систему.

Используются для быстрого доступа к нормативно-технической документации и типовым решениям.

По открытым данным, внедрение интерактивных средств на объектах НГК даёт следующие эффекты:

- Снижение внеплановых простоев на 15–30 %;
- Сокращение времени ТОиР на 10–25 %;
- Уменьшение аварийности на 20–40 %;
- Снижение затрат на обучение персонала до 30 %;
- Повышение коэффициента технической готовности на 5–10 %.

Наибольший эффект достигается при комплексной интеграции: датчики → сбор данных → аналитика → интерактивная визуализация → действия персонала.

К основным проблемам относятся:

- Высокая стоимость внедрения и обслуживания;
- Необходимость защиты информации и кибербезопасности;
- Сопротивление персонала изменениям;
- Нехватка компетенций для работы с AR/VR;
- Ограничения по импортозамещению программного обеспечения.

Перспективы связаны с:

- Развитием отечественных платформ цифровых двойников;
- Интеграцией ИИ в интерактивные системы;
- Применением 5G для удалённого управления;
- Созданием единых отраслевых стандартов.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ интерактивных средств повышения эффективности с традиционными.

Интерактивные средства являются важным инструментом обеспечения эксплуатационной эффективности оборудования нефтегазового комплекса. Они позволяют снизить простои, повысить качество ТОиР, обучить персонал и поддержать принятие решений. Наибольший эффект достигается при системном внедрении в рамках цифровой трансформации предприятий НГК. Дальнейшее развитие связано с интеграцией искусственного интеллекта, отечественных программных решений и средств дополненной реальности.

Таблица 1. Результаты анализа-сравнения средств повышения эксплуатационной эффективности

Критерий сравнения	Традиционные средства	Интерактивные средства	Характер изменения
Скорость получения информации	От минут до часов	Секунды (HMI, AR)	Ускорение в 10–100 раз
Полнота информации	Дискретная, по точкам	Непрерывные тренды, прогноз	Переход к непрерывности
Участие человека	Высокое, субъективное	Снижается, поддержка ЭС	Снижение человеческого фактора
Реакция на отказ	Реактивная	Предиктивная	Смена парадигмы ТОиР
Точность диагностики	Зависит от персонала	Алгоритмическая, цифровой двойник	Повышение объективности
Обучение персонала	Офлайн, рискованно	VR/AR-тренажёры	Снижение рисков и затрат
Стоимость внедрения	Низкая	Высокая	Рост CAPEX
Стоимость владения	Высокая	Снижается со временем	Экономия в долгосрочной перспективе
Масштабируемость	Ограничена	Высокая	Упрощение тиражирования
Кибер безопасность	Низкие риски	Повышенные риски	Новый вызов
Влияние на КТГ	Ограничен персоналом	Растёт за счёт предиктивности	Рост на 5–10 %
Влияние на аварийность	Зависит от человеческого фактора	Снижается за счёт предупреждения	Снижение на 20–40 %

Литература:

1. Абдурашитов С. А. Трубопроводы для сжиженных газов / С. А. Абдурашитов, А. А. Тупиченков. — М.: Недра, 1965. — 215 с.

2. Бобрицкий И. В., Юфин В. А. Основы нефтяной и газовой промышленности. — М.: Недра, 2020. — 200 с.
3. Бобровский С. А. Газовые сети и газохранилища. — М.: Недра, 1980. — 413 с.
4. Техника и технология транспорта и хранения нефти и газа / Ф. Ф. Абузова, Р. А. Алиев, В. Ф. Новоселов и др. — М.: Недра, 1992. — 320 с.
5. Жила А. В. Газовые сети и установки. Изд. Академия 2005г, с.234.
6. Брюханов О. Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: Учебник- М.:ИНФРА — М, 2005–256с.

Эффективность применения раствора на углеводородной основе MEGADRIL при строительстве нефтяных скважин

Гаврилюк Ксения Александровна, студент магистратуры
Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти» (Республика Татарстан)

В статье рассмотрены технологические преимущества инвертно-эмульсионного раствора MEGADRIL на углеводородной основе при строительстве нефтяных и газовых скважин, включая устойчивость ствола, сохранение коллекторских свойств и улучшение реологического профиля. Приведены данные лабораторных и промысловых исследований. Особое внимание уделено экологическим аспектам: составу и токсичности бурового шлама и отработанного раствора, их классу опасности, а также необходимости выбора эффективных методов утилизации. Показано, что наряду с высокой технологической эффективностью система MEGADRIL требует комплексного подхода к обращению с отходами бурения для минимизации воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: буровой раствор, раствор на углеводородной основе, РУО, MEGADRIL, инвертная эмульсия, устойчивость ствола скважины, продуктивный пласт, фильтрация, реология, эффективность бурения.

Современное строительство нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях требует применения промысловых жидкостей, способных одновременно обеспечивать ингибирование глинистых отложений, низкую фильтрацию, устойчивость ствола и эффективную смазку бурильного инструмента. Традиционные растворы на водной основе не всегда удовлетворяют этим требованиям [1, 2].

MEGADRIL представляет собой инвертную эмульсию, дисперсионной средой которой служит минеральное масло, а дисперсной фазой — водный раствор хлористого кальция. Типовая рецептура приведена в таблице 1.

Таблица 1. Рецептура РУО MEGADRIL

Компонент	Концентрация, кг/м ³	Назначение
Минеральное масло	720	Дисперсионная среда
Вода	180	Дисперсная фаза эмульсии
Хлористый кальций	60–80	Плотность и ингибирование
Известь	18–20	Щелочность, источник Ca ²⁺
MEGAMUL	18–20	ПАВ, эмульгатор и гидрофобизатор
VERSATROL	2–8	Контроль фильтрации
VG-PLUS	8–12	Органофильная глина, реология
Карбонат кальция М/С/К	80–100	Фракционированный коьматант
Барит	при необходимости	Утяжеление
HRP	2–8	Реология, ДНС и СНС
VERSAMOD	2–6	Реология, ВНСС
VERSATHIN	3–6	Разжижитель и стабилизатор

Система обеспечивает улучшенный реологический профиль, низкую фильтрацию при высокой температуре и давлении, устойчивость к выбуренной породе, морской воде и цементу. Использование единого пакета эмульгаторов MEGAMUL упрощает приготовление раствора и сокращает занимаемые площади на буровой [5].

В лаборатории ОАО «ТомскНИПИнефть» были проведены сравнительные фильтрационные эксперименты на установке УИПК-2 (температура 65 °С, пластовое давление 160 атм). Исследовались образцы с проницаемостью 10–30 мД, 50–100 мД и 200–300 мД. Критерием служил коэффициент восстановления проницаемости по нефти. Наилучшие результаты показали раствор MEGADRIL плотностью 1,08 г/см³ и водный раствор FloThru плотностью 1,20 г/см³ [6]. Применение MEGADRIL позволяет формировать на стенках скважины малопроницаемую фильтрационную корку и минимизировать проникновение фильтрата в продуктивный пласт.

Промысловый опыт подтверждает высокую эффективность системы: более 25 скважин на месторождениях Сибири пробурены с использованием MEGADRIL. Отмечена стабильность ствола при вскрытии глинистых покрышек под зенитными углами 75–85°, снижение коэффициента кавернозности с 1,15 до 1,03, уменьшение риска прихватов и улучшение очистки ствола [7]. Дисконтированный срок окупаемости проекта составляет менее одного месяца.

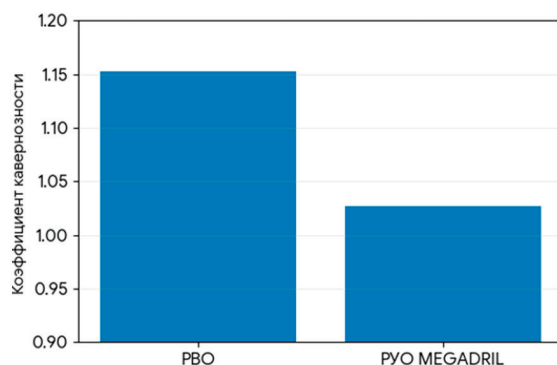


Рис. 1. Сравнение коэффициента кавернозности

Применение инвертно-эмульсионного раствора MEGADRIL при строительстве нефтяных и газовых скважин обеспечивает:

1. Высокую устойчивость ствола, снижение кавернозности и риска прихватов.
2. Сохранение коллекторских свойств продуктивных пластов, особенно в низкопроницаемых гидрофобных коллекторах.
3. Улучшение реологического профиля, очистки ствола и снижение рабочего давления насосов.
4. Экономическую эффективность за счёт сокращения потерь раствора и дополнительных обработок.

Однако использование РУО сопровождается образованием бурового шлама и отработанного раствора, относящихся к IV классу опасности и оказывающих острое токсическое действие на окружающую среду. Для снижения негативного воздействия необходимо внедрять малоотходные технологии, совершенствовать методы утилизации и проводить экологическую оценку отходов на всех этапах строительства скважин. Комплексный подход, учитывающий как технологические, так и экологические факторы, позволит обеспечить устойчивое развитие нефтегазового комплекса.

Литература:

1. Булатов А. И., Проселков Е. Ю., Проселков Ю. М. Бурение горизонтальных скважин: справочное пособие. — Краснодар: Советская Кубань, 2008. — 424 с.
2. Рыбальченко Ю. М., Савенок О. В., Третьяк А. Я. Буровые промывочные жидкости: учебное пособие. — Новочеркасск: ЛИК, 2014. — 374 с.
3. Рыбальченко Ю. М., Третьяк А. А. Биополимерный раствор для осложнённых условий // Oil & Gas Journal. — Россия, 2011. — № 11. — С. 52–57.
4. Макарова Я. А., Егорова А. С. Универсальный раствор на углеводородной основе для бурения горизонтальных скважин. — 2017. — С. 162–165.
5. URL: http://www.slb.ru/library/brochures_technology/burenie/burovye-rastvory-i-ekologicheskie-resheniya-m-i-swaco/
6. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C11/V2/090.pdf>
7. Бакиров Д. Л., Бурдыга В. А. Разработка буферной жидкости для повышения качества крепления скважин, пробуренных с применением растворов на углеводородной основе // Актуальные проблемы недропользования. — 2015.
8. Тарасова С. С., Гаева Е. В. Экологическая оценка отходов бурения на углеводородной основе // Университет им. В. И. Вернадского. — 2019. — № 3 (73). — С. 50–56.
9. Билалов Р. Ф., Кожевников Р. О., Дашин М. Ю. Разработка экологически безопасного бурового раствора на основе полимерной эмульсии // Нефть. Газ. Новации. — 2016. — № 11.

Экологическая оценка отходов бурения, образующихся при применении растворов на углеводородной основе

Гаврилюк Ксения Александровна, студент магистратуры

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти» (Республика Татарстан)

*В статье представлены результаты исследования свойств и токсичности отходов бурения, образующихся при использовании растворов на углеводородной основе. Показано, что буровой шлам представляет собой пастообразную массу с запахом нефтепродуктов, содержащую повышенные концентрации нефтепродуктов и хлорид-ионов. Установлено превышение ПДК по хрому в 2,67 раза. Гранулометрический анализ выявил преобладание илистой фракции (63,60 %), что позволяет отнести шлам к тяжёлым глинам. Отработанный буровой раствор содержит до 9000 мг/кг нефтепродуктов при нейтральном значении pH. Токсикологические испытания на тест-объектах *Daphnia magna* и *Chlorella vulgaris* показали острое токсическое действие отходов, отнесённых к IV классу опасности. Обоснована необходимость экологической оценки отходов для выбора эффективных методов их утилизации.*

Ключевые слова: буровой шлам, отработанный буровой раствор, углеводородная основа, токсичность, тяжёлые металлы, нефтепродукты, хлорид-ионы, класс опасности, утилизация.

Интенсивное развитие нефтедобывающей промышленности сопровождается негативным воздействием на окружающую среду. Одним из источников такого воздействия являются отходы бурения, образующиеся при строительстве скважин. Особую актуальность приобретает проблема обращения с отходами, содержащими углеводороды, в связи с расширением практики применения буровых растворов на углеводородной основе (РУО). Такие растворы используются при бурении скважин со сложными профилями, обеспечивая стабилизацию неустойчивых пород и низкую аварийность [1, 2].

В процессе бурения образуются жидкие (отработанный буровой раствор) и твёрдые (буровой шлам) отходы. Для их накопления используются шламовые амбары, которые занимают значительные площади и являются источником техногенного воздействия на почву, грунтовые воды и атмосферу [3, 4]. В связи с этим возникает необходимость детального изучения состава и свойств отходов бурения на углеводородной основе для разработки природосберегающих технологий их утилизации.

Буровой шлам, образующийся при использовании РУО, представляет собой мягкопластичную пастообразную массу чёрного цвета с отчётливым запахом нефтепродуктов [5]. Он обладает неблагоприятными водно-физическими свойствами: полной бесструктурностью, низкой аэрацией и слабой фильтрационной способностью [6]. Жидкие отходы (отработанный раствор) представляют собой коллоидную систему на углеводородной основе с взвешенными частицами выбуренной породы и органических соединений.

Целью исследования являлась экологическая оценка отходов бурения на углеводородной основе для обоснования выбора методов их последующей утилизации. Испытания проводились в аккредитованной лаборатории кафедры «Техносферная безопасность» Тюменского индустриального университета.

Результаты лабораторных исследований

Испытания проводились в аккредитованной лаборатории Тюменского индустриального университета. Установлено, что буровой шлам — пастообразная масса чёрного цвета с запахом нефтепродуктов. Гранулометрический анализ выявил преобладание илистой фракции ($d < 0,001$ мм) — 63,60 %, что позволяет отнести шлам к тяжёлым глинам.

Содержание нефтепродуктов в шламе составляет 1800 мг/кг, в отработанном растворе — 9000 мг/кг. Концентрация хлорид-ионов достигает 4049 и 1734 мг/кг соответственно. Водородный показатель нейтральный (7,31 и 6,5 ед. pH).

По тяжёлым металлам превышение ПДК зафиксировано только по хрому: $16,00 \pm 5,00$ мг/кг в шламе и $22 \pm 6,00$ мг/кг в растворе при ПДК 6,00 мг/кг (превышение в 2,67 раза). Остальные элементы не превышают нормативов.

Токсикологические испытания на *Daphnia magna* и *Chlorella vulgaris* показали острое токсическое действие отходов. Они отнесены к IV классу опасности. Кратность разбавления водной вытяжки для шлама — 6,30 и 12,53; для раствора — 31,60 и 15,49.

Проведённая экологическая оценка отходов бурения, образующихся при использовании растворов на углеводородной основе, показала, что они содержат повышенные концентрации нефтепродуктов и хлорид-ионов, а также характеризуются превышением ПДК по хрому в 2,67 раза. По гранулометрическому составу шлам относится к тяжёлым глинам. Токсикологические испытания подтвердили острое токсическое действие отходов и их принадлежность к IV классу опасности. Полученные данные свидетельствуют о необходимости комплексного подхода к выбору методов утилизации, учитывающего как экологические, так и технологические аспекты. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку эффективных сорбционных технологий обезвреживания отходов бурения на углеводородной основе.

Литература:

1. Тимофеева С. С. Техносферная безопасность Байкальского региона: современное состояние и проблемы // XXI век. Техносферная безопасность. — 2018. — Т. 3, № 4 (12). — С. 75–90.
2. Рязанов Я. А. Энциклопедия по буровым растворам. — Оренбург: Летопись, 2005. — 664 с.
3. Булатов А. И., Макаренко П. П., Шеметов В. Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. — М.: Недра, 1997. — 483 с.
4. Скипин Л. Н. и др. Техногенное воздействие шламовых амбаров на окружающую среду полуострова Ямал // Вестник Красноярского ГАУ. — 2014. — № 11 (98). — С. 146–150.
5. Тарасова С. С., Бычко А. А., Друзь Д. П. Характеристика бурового раствора на углеводородной основе и его влияние на свойства выбуренной породы // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. — Тюмень, 2018. — С. 326–329.
6. Тарасова С. С. и др. Изменение водно-физических свойств бурового шлама в процессе его утилизации в техногенный грунт // Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики. — Тюмень, 2017. — Т. 1. — С. 270–274.
7. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. — М.: Стандартинформ, 2018. — 39 с.
8. Тарасова С. С., Гаева Е. В. Экологическая оценка отходов бурения на углеводородной основе // Вопросы современной науки и практики. — 2019. — № 3 (73). — С. 50–56.
9. ГН 2.1.7.2511–09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. — М., 2009. — 10 с.
10. СанПиН 42–128–4433–87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. — М., 1988. — 56 с.

Цифровизация распределительных электрических сетей 0,4–10 кВ

Денисов Денис Юрьевич, студент магистратуры;
 Юндин Константин Михайлович, кандидат технических наук, доцент
 Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Российская электроэнергетика находится на пороге фундаментальной трансформации. Распределительные электрические сети (РЭС) 6–10 кВ, составляющие основу электроснабжения городов и сельских территорий, проектировались и строились в середине прошлого века по радиальным схемам. Сегодня этот подход безнадежно устарел. Около 40 % воздушных линий (ВЛ) выработали нормативный ресурс, а более 80 % нуждаются в техническом перевооружении. При этом около 70 % всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях среднего напряжения из-за внешних факторов: падения деревьев, набросов, ударов птиц, погодных катаклизмов.

В условиях, когда экономика и социальная сфера критически зависят от бесперебойного питания, экстенсивный путь развития (строительство новых линий и подстанций) становится экономически нецелесообразным. Единственным выходом является глубокая цифровизация РЭС, переход от пассивной инфраструктуры к активной, самодиагностирующейся и самовосстанавливающейся системе.

Цифровизация распределительного сетевого комплекса — это не просто установка счетчиков с дистанционным снятием показаний. Это создание единой информационно-технологической среды, в которой физические процессы

дублируются в цифровом двойнике. Современная цифровая РЭС базируется на нескольких классах оборудования:

- Интеллектуальные приборы учета (ИПУ) 0,4 кВ. Устанавливаются на вводах трансформаторных подстанций (ТП) и у потребителей. Они позволяют в реальном времени видеть небалансы, выявлять хищения электроэнергии и контролировать качество напряжения.
- Индикаторы короткого замыкания (ИКЗ). Компактные устройства на опорах ВЛ, которые визуально или по радиоканалу сигнализируют диспетчеру о факте и направлении протекания тока короткого замыкания, сокращая время поиска повреждения с часов до минут.
- Системы телемеханики и SCADA. Обеспечивают двусторонний обмен данными между объектами сети и диспетчерским пунктом.
- Реклоузеры. Ключевые элементы активного секционирования сети, являющиеся физическим воплощением концепции Smart Grid на уровне распределительных фидеров.

Реклоузер (от англ. *recloser* — автоматическое повторное включение) — это автономный интеллектуальный аппарат наружной установки, монтируемый непосредственно на опору ВЛ. Если раньше для секцио-

нирования линии требовалась установка полноценной распределительной подстанции или камеры с масляным выключателем, то сегодня вся эта функциональность уместится в двух шкафах на одной бетонной опоре.

Конструктивно современный реклоузер (например, серий РВА/TEL или импортных аналогов, замещаемых отечественными производителями) состоит из:

- Высоковольтного коммутационного модуля: вакуумный или элегазовый выключатель. Вакуумная технология позволяет аппарату выдерживать до 100 циклов отключения токов короткого замыкания без обслуживания, в то время как масляные выключатели требовали ревизии уже после 10 отключений.

- Шкафа управления: микропроцессорное устройство релейной защиты и автоматики (РЗА). Это мозг аппарата, который анализирует осциллограммы тока и напряжения, принимает решение об отключении, выполняет циклы автоматического повторного включения (АПВ) и передает данные в сеть.

- Системы автономного питания и связи: аккумуляторные батареи, обеспечивающие работу при потере оперативного тока, и радиомодемы (GSM/LTE/NB-IoT) для связи с диспетчерским пунктом.

Алгоритм работы реклоузера исключает массовое отключение потребителей. При возникновении короткого замыкания (например, ветка упала на провода) реклоузер отключает линию, ждет 1–2 секунды и включает ее обратно. Если замыкание было неустойчивым (ветку отбросило), потребители даже не заметят сбоя. Если повреждение устойчивое (обрыв провода), реклоузер отключит линию окончательно, локализовав поврежденный участок.

Внедрение реклоузеров кардинально меняет топологию и логику работы сети. В традиционной радиальной схеме при аварии на магистральном фидере без света остаются все потребители, включая социально значимые объекты (больницы, котельные). Установка реклоузеров превращает радиальную сеть в петлевую или создает систему автоматического ввода резерва (АВР) на уровне 6–10 кВ.

Техническая эффективность:

- Сокращение времени перерывов в электроснабжении (SAIDI) и средней длительности одного отключения (CAIDI) в 3–5 раз.

- Автоматическая локализация повреждения. Диспетчеру не нужно отправлять бригаду на осмотр десятков километров линии — он видит на экране монитора точный участок между двумя реклоузерами, где произошло замыкание.

- Сохранение питания потребителей первой категории. При повреждении одного участка остальные продолжают получать энергию по резервной схеме через смежные реклоузеры.

Экономическая эффективность: Применение реклоузеров исключает необходимость масштабного строительства новых линий для резервирования. Экономический эффект складывается из нескольких факторов:

- Снижение недоотпуска электроэнергии. Каждое часовое отключение крупного поселка — это прямые убытки сетевой компании по искам потребителей.

- Сокращение эксплуатационных расходов. Уменьшается расход топлива и амортизация техники, так как выездов аварийных бригад становится меньше, а их маршруты — короче.

- Снижение затрат на поиск повреждений.

Согласно открытым данным и технико-экономическим обоснованиям прошлых лет (например, опыт «Карелэнерго»), средний срок окупаемости одного реклоузера составляет от 3,5 до 7,5 лет в зависимости от интенсивности гололедно-ветровых нагрузок в регионе. В качестве яркого примера эффективности можно привести предотвращение экономического ущерба в миллионы рублей на объектах сельского хозяйства (например, в совхозе «Рошинский»), где автоматическое переключение реклоузера спасло от разморозки холодильные мощности и оставку вентиляции на свиномкомплексе.

Статистика применения и масштаб внедрения в России

Переход к цифровым РЭС в России носит характер масштабной государственной программы, реализуемой преимущественно группой компаний «Россети».

Динамика 2024 года: Только в зоне ответственности «Россети Центр» в 2024 году было установлено 275 реклоузеров. Это свидетельствует о планомерном, конвейерном характере модернизации. При этом общие объемы оснащения в рамках флагманского проекта «Цифровой РЭС» значительно выше: в регионах Центральной России и Приволжья в рамках проекта уже введено более тысячи интеллектуальных коммутационных аппаратов (включая реклоузеры), свыше двух тысяч разъединителей с дистанционным управлением и около тысячи индикаторов короткого замыкания.

География: Лидерами по внедрению являются регионы со сложной климатической обстановкой — Поволжье, Центр, Северо-Запад и Сибирь, где падения деревьев на провода являются главной причиной аварий.

Эффект на уровне макрорегионов: В рамках проектов «Цифровой РЭС» (например, в Удмуртии, Московской, Тверской областях) интеллектуальными аппаратами оснащаются не только магистральные фидеры, но и все вводы 0,4 кВ на трансформаторных подстанциях. Это создает замкнутый контур управления: от верхнего уровня 110/35 кВ до конечного потребителя.

Заключение

Цифровизация РЭС с упором на реклоузеризацию — это не дань моде, а прагматичная необходимость. В условиях стареющего сетевого комплекса и роста требований потребителей к надежности, установка интеллектуальных реклоузеров является самым быстрым и экономически эффективным способом модернизации.

Реклоузер сегодня — это уже не просто выключатель. Это полевой терминал промышленного интернета вещей (IIoT), который собирает Big Data о состоянии сети, передает их в цифровой двойник и позволяет искусственному интел-

лекту прогнозировать аварии до их возникновения. Масштабирование этого опыта на всю территорию России — задача ближайших лет, которая обеспечит энергетическую безопасность страны в новом технологическом укладе.

Литература:

1. Гришин Д. А., Василькова Т. М. Экономическая эффективность применения вакуумных реклоузеров серии РВА/TEL // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 85. — С. 141–147.
2. Жуков В. В., Максимов Б. К. и др. Децентрализованная система релейной защиты и автоматики в протяженных распределительных сетях с рассредоточенной нагрузкой потребителей // Информационные материалы IV международного семинара по вопросам использования современных компьютерных технологий для АСУ электрических сетей. — М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2000.
3. Ганиев А. А., Идиятов С. А., Касаев А. А. Техничко-экономическое обоснование использования реклоузеров для повышения надежности распределительных сетей 6–10 кВ // Старт в науке. — 2024. — URL: <https://school-science.ru/19/14/55046> (дата обращения: 03.10.2026).
4. Цифровизация Всеволожской РЭС: проблемы и перспективы // Academia.edu. — URL: https://www.academia.edu/127947047/Цифровизация_Всеволожской_РЭС (дата обращения: 03.10.2026).
5. Россети Центр установили 275 реклоузеров в 2024 году // РосКабель. — 19 марта 2025. — URL: https://www.ruscable.ru/news/2025/03/19/275_reklouzerov_ustanovili_v_2024_godu_Rosseti_TSe/ (дата обращения: 03.10.2026).

Центробежный нагнетатель с адаптивными лопастями для диапазона давлений 30–100 кПа: результаты промышленных испытаний

Литвинов Александр Михайлович, главный конструктор
ООО «Гилан» (г. Королев, Московская область)

Представлены результаты испытаний промышленного образца центробежного нагнетателя нового поколения серии ЦН СОАХИС мощностью 45 кВт, работающего в диапазоне избыточных давлений 30–100 кПа. Конструктивной особенностью является рабочее колесо без опорных дисков с эластичными лопастями, самоустанавливающимися под действием центробежной силы и аэродинамического сопротивления, что обеспечивает адаптивное изменение эффективного диаметра рабочего колеса. Реализован способ управления, при котором частота вращения ротора автоматически изменяется таким образом, чтобы поддерживать постоянную подводимую мощность (номинальный ток двигателя 82,1 А) во всём диапазоне изменения гидравлического сопротивления выходного тракта. Методом подобия разработан типоразмерный ряд мощностью до 630 кВт. В эталонной точке (3370 м³/ч, 40 кПа) полный КПД составил 77,9 % при потребляемой мощности 48,1 кВт. Показано, что полная стоимость владения ниже, чем у роторных, вихревых и винтовых машин сопоставимой производительности. Отдельно рассмотрена ремонтопригодность: применение стандартных асинхронных двигателей серии АИР, зубчато-ременной передачи, подшипниковых узлов и масляного фильтра ВА3-2108 противопоставляется «закрытой» архитектуре высокоскоростных машин на постоянных магнитах.

Ключевые слова: центробежный нагнетатель, адаптивные лопасти, постоянная подводимая мощность, КПД, энергоэффективность, пневмотранспорт, аэрация, ремонтопригодность.

Centrifugal blower with adaptive blades for the 30–100 kPa pressure range: results of industrial tests

The paper presents the results of testing an industrial prototype of a new-generation centrifugal blower of the CN COAXIS series with a drive power of 45 kW, operating in the range of gauge pressures from 30 to 100 kPa. The design feature of the blower is a bladeless impeller with elastic blades that self-adjust under the action of centrifugal force and aerodynamic drag, providing adaptive variation of the effective impeller diameter. A control method has been implemented in which the rotor speed is automatically varied so as to maintain constant input power (rated motor current 82.1 A) throughout the entire range of hydraulic resistance of the discharge line. A standard size range with drive power up to 630 kW has been developed by the similarity method. At the reference point (3370 m³/h, 40 kPa), the overall efficiency reached 77.9 % at a power consumption of 48.1 kW. The total cost of ownership is shown to be lower than that of rotary, vortex, and screw machines of comparable capacity. Maintainability is considered separately: the use of stan-

ard AIP series induction motors, a timing belt drive, bearing assemblies, and a VAZ-2108 oil filter is contrasted with the «closed» architecture of high-speed permanent-magnet machines.

Keywords: centrifugal blower, adaptive blades, constant input power, efficiency, energy efficiency, pneumatic transport, aeration, maintainability.

Введение

В диапазоне избыточных давлений 30–100 кПа традиционно доминируют объёмные машины — роторные воздухоподогреватели типа Рутс и винтовые компрессоры. Роторные машины просты и неприхотливы, однако их КПД падает с ростом противодействия из-за перетечек через зазоры, а дискретный характер подачи обуславливает повышенный уровень шума и пульсаций. Винтовые машины эффективнее, но сложнее в обслуживании и требуют прецизионного оборудования при ремонте [1, 2].

Центробежные машины в этом диапазоне давлений до недавнего времени считались неконкурентоспособными: одноступенчатые вентиляторы не развивают требуемого напора, а многоступенчатые компрессоры оказываются дороже и сложнее в эксплуатации. Принципиально иной подход к конструкции рабочего колеса позволяет снять это ограничение.

В настоящей работе представлены результаты испытаний промышленного образца центробежного нагнетателя с адаптивными лопастями, разработанного и изготовленного в РФ. Цель работы — оценить достижимые значения КПД и производительности в диапазоне 30–100 кПа, а также продемонстрировать эксплуатационные преимущества, связанные с открытой архитектурой привода и рабочего колеса.

Конструкция и принцип действия

Нагнетатель (рис.1) содержит ротор с эластичными лопастями, закреплёнными только у основания, без опорного и разделительного дисков (рис. 2). Лопасты вы-

полнены из композитного материала с отношением прочности к массе, превосходящим титан. При вращении ротора центробежная сила распрямляет лопасти, увеличивая эффективный диаметр; аэродинамическое сопротивление потока изгибает их, уменьшая диаметр. Равновесное положение определяется соотношением этих сил, которое зависит от частоты вращения и плотности газа на периферии рабочего колеса.

Таким образом, эффективный диаметр рабочего колеса автоматически адаптируется к режиму работы: при увеличении противодействия лопасти отклоняются, предотвращая перегрузку привода; при снижении сопротивления — распрямляются, повышая напор. Принцип защищён патентными заявками РФ.

Корпус выполнен в виде архимедовой спирали. Входной патрубок — кольцевой, двухсторонний, симметричный, что полностью разгружает подшипники от осевых усилий. Привод осуществляется от асинхронного электродвигателя серии АИР через зубчато-ременную передачу НТД. Система смазки подшипников — циркуляционная, с масляной ванной и фильтром ВАЗ-2108.

Методом подбора на основе испытанного образца мощностью 45 кВт разработан типоразмерный ряд с приводами мощностью от 22 до 630 кВт при напряжении питающей сети 380/660 В.

Способ управления: постоянная подводимая мощность

Ключевой особенностью нагнетателя является способ управления, обеспечивающий работу при постоянной подводимой мощности. В эталонном режиме ток двига-



Рис. 1



Рис. 2

теля поддерживается равным номинальному — 82,1 А — независимо от гидравлического сопротивления выходного тракта.

Работает это следующим образом. При увеличении сопротивления (например, при закрытии заслонки) плотность газа на периферии рабочего колеса возрастает, сила сопротивления закручиваемого газа увеличивается, лопасти отклоняются, эффективный диаметр уменьшается. Момент сопротивления на валу снижается, что при неизменной частоте привело бы к падению потребляемой мощности. Блок управления ПЧ фиксирует это и повышает частоту вращения ротора; центробежная сила возрастает, лопасти распрямляются, эффективный диаметр восстанавливается, и подводимая мощность возвращается к заданному значению. В новом установившемся режиме частота вращения выше, а эффективный диаметр меньше, чем в исходном, — но ток остаётся равным 82,1 А.

При уменьшении сопротивления процесс идёт в обратную сторону: лопасти распрямляются, момент растёт, мощность имеет тенденцию к увеличению — блок управления ПЧ снижает частоту, лопасти отклоняются, ток возвращается к 82,1 А. Частота вращения при этом ниже, а эффективный диаметр больше.

Таким образом, во всём диапазоне нагрузок двигатель работает в номинальном режиме, что исключает перегрузки, стабилизирует тепловой режим и позволяет использовать стандартный преобразователь частоты без запаса по мощности. Зависимость давления от производительности при постоянной потребляемой мощности приведена на рис. 3.

Методика испытаний

Испытания проводились на испытательном стенде с дисковой заслонкой в выходном патрубке. Скорость потока измерялась анемометром СЕМ DT-618; давление — стрелочным механическим манометром класса точности

1,5; ток потребления контролировался по амперметру преобразователя частоты. Частота вращения задавалась преобразователем частоты. Температура воздуха на входе поддерживалась в пределах 22–26 °С.

Площадь проходного сечения выходного патрубка Ду150 составляет 0,01766 м². Производительность вычислялась как произведение измеренной скорости потока на площадь сечения.

Программа испытаний включала ступенчатое изменение гидравлического сопротивления выходного тракта от полностью открытого до полностью закрытого состояния с фиксацией установившихся значений тока, давления, скорости потока и частоты вращения.

Результаты

Основные результаты приведены в табл. 1. Ток двигателя во всех режимах поддерживался постоянным и равным 82,1 А; автоматически изменялась частота вращения ротора.

Ток холостого хода (без рабочего колеса) составил 20,6 А. Стабильность тока 82,1 А при изменении нагрузки от 0 до 44 кПа подтверждает эффективность адаптивной системы и выбранного способа управления.

Зависимость давления и производительности при неизменной потребляемой мощности приведена на рис.3.

Максимальное полное давление 44 кПа достигнуто при производительности 2540 м³/ч. В эталонной рабочей точке (3370 м³/ч, 40 кПа) полный КПД составил 77,9 %, что для центробежной машины в данном диапазоне давлений превосходит роторные воздуходувки (50–70 %) и сравнимо с винтовыми (70–85 %) [3].

Обсуждение

Энергетическая эффективность. Полезная мощность на сжатие воздуха в эталонной точке составляет 37,44 кВт.

Таблица 1. Натурные характеристики нагнетателя ЦН COAXIS 45 кВт при постоянном токе 82,1 А

Давление, кПа	Скорость потока, м/с	Производительность, м³/ч	Частота вращения ротора, об/мин	Ток двигателя, А	Полный КПД, %
0	70	4450	7775	82,1	0
10	62	3940	8060	82,1	22,8
20	57	3620	8496	82,1	41,9
30	55	3500	8875	82,1	60,7
40	53	3370	9387	82,1	77,9
44	40	2540	9482	82,1	64,7
39 (заслонка закрыта)	0	0	9482	82,1	0

Примечание: производительность рассчитана по измеренной скорости потока и площади сечения Ду150 (0,01766 м²); частота вращения ротора определена по частоте питающей сети с учётом передаточного отношения 90:28.

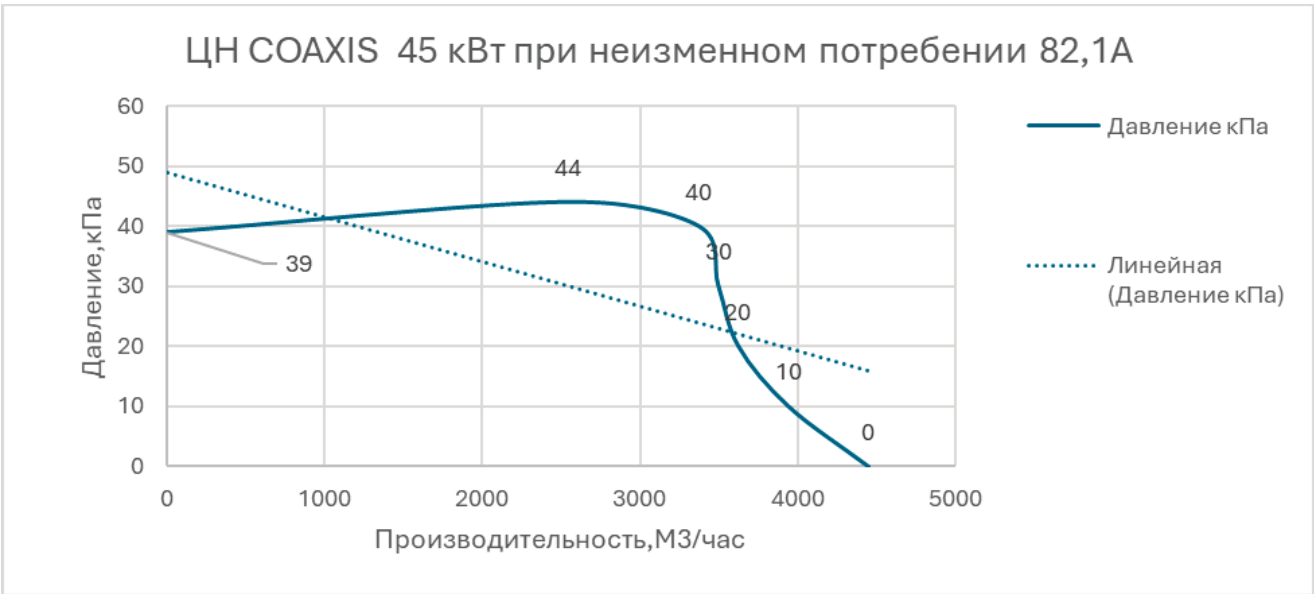


Рис. 3

При общем КПД 77,9 % потребляемая из сети мощность равна 48,1 кВт, что при напряжении 380 В соответствует току 81,2 А — что совпадает с номинальным током двигателя 82,1 А с учётом погрешности измерений. Таким образом, в эталонной точке двигатель работает практически в номинальном режиме, и общий КПД установки может быть подтверждён прямыми замерами.

Ремонтопригодность. Существенным эксплуатационным преимуществом является открытая архитектура. Электродвигатель серии АИР, зубчатый ремень, шкивы, подшипниковые узлы и масляный фильтр ВА3-2108 — стандартные комплектующие, доступные на рынке. Замена лопастей не требует прецизионной регулировки зазоров и может выполняться персоналом средней квалификации. Это принципиально отличает ЦН COAXIS от высокоскоростных машин на постоянных магнитах, которые воспринимаются эксплуатирующим персоналом как «неремонтируемые» устройства, требующие заводского обслуживания.

Экономика. При тарифе 10 руб./кВт·ч и круглосуточной работе годовые затраты на электроэнергию со-

ставляют 4,21 млн руб.; стоимость 1 м³ воздуха — 0,143 руб. За 10 лет полная стоимость владения оценивается в 43,2 млн руб., что ниже, чем у винтовой (50,2 млн руб.), роторной (56,5 млн руб.), вихревой (63,0 млн руб.) и центробежной с жёсткими лопастями (49,1 млн руб.) машин при сопоставимой производительности. Расчёт выполнен при сопоставимых допущениях по стоимости оборудования и ТО.

Выводы

1. Промышленный образец центробежного нагнетателя с адаптивными лопастями мощностью 45 кВт подтвердил достижение полного КПД 77,9 % в эталонной точке 3370 м³/ч / 40 кПа.
2. Реализованный способ управления обеспечивает постоянный ток двигателя 82,1 А во всём диапазоне нагрузок; частота вращения ротора автоматически изменяется от 7775 до 9482 об/мин, предотвращая перегрузки при повышении противодавления.

3. Методом подобия разработан типоразмерный ряд до 630 кВт для пневмотранспорта, аспирации, аэрации и вакуумных систем.

4. Открытая архитектура привода и рабочего колеса обеспечивает ремонтпригодность на уровне, недости-

жимом для высокоскоростных машин на постоянных магнитах.

5. Экономия электроэнергии за 10 лет по сравнению с роторной воздуходувкой оценивается в 13,3 млн руб. при сопоставимых условиях эксплуатации.

Литература:

1. Кузнецов Ю. В., Никифоров А. Г. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2024. — 304 с.
2. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 416 с.
3. Селезнев К. П., Галеркин Ю. Б. Центробежные компрессоры. — Л.: Машиностроение, 1982. — 271 с.
4. Atlas Copco. Сравнение воздуходувок: винтовая воздуходувка и воздуходувка Рутса.
5. Дашкевич Е. Д., Цуканов Е. А. Современные системы «жизнеобеспечения» сооружений биологической очистки воды // Перспектива XXI. — ЗАО НПФ «БИФАР».
6. Заявка на изобретение РФ № 2025128899 «Способ центробежного нагнетания газов и рабочее колесо для его осуществления»

Разработка функциональной схемы блока управления инженерными системами вертикальных ферм

Ситдииков Шамиль Ринатович, студент магистратуры
Нижегородский государственный агротехнологический университет

В статье приведена функциональная схема и описание блока управления инженерными системами вертикальных ферм, на основе которой будет разрабатываться конфигурация и физическое устройство изделия. Блок управления позволит экономить затраты на электроэнергию за счет управления работы инженерными системами в рамках дифференцированного по зонам суток тарифа на электроэнергию.

Ключевые слова: вертикальные фермы, блок управления, затраты на электроэнергию.

Введение

Автоматизация технологических процессов становится обязательной частью обеспечения эффективного функционирования вертикальных ферм. Автоматизация, основанная на передовых технологиях, позволяет перейти к новому уровню эффективности производства при поддержании оптимальных условий среды для растений при наименьших затратах [1–3].

Материалы и методы

Проведен анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на затраты на потребляемую электроэнергию при выращивании сельскохозяйственной продукции на вертикальных фермах. С одной стороны, необходимо создавать и поддерживать оптимальные параметры микроклимата. С другой стороны, потребление электроэнергии инженерными системами, создающими параметры микроклимата, должно быть организовано рационально с учетом часов наименьшей цены на электроэнергию. То есть работа инженерных систем на основе данных о кли-

мате должна быть организована в рамках дифференцированного по зонам суток тарифа на электроэнергию. Таким образом, необходимо применение метода системы управления, допускающего изменение параметров регулятора в зависимости от изменения параметров объекта управления или внешних возмущений, действующих на объект управления — адаптивное управление энергопотреблением.

Результаты и обсуждения

Функциональная схема блока управления инженерными системами вертикальных ферм показана на рисунке 1.

Для выполнения задачи по адаптивному управлению энергопотреблением инженерными системами вертикальной фермы должен использоваться набор связанных технических и программных средств блок управления. В аппаратную часть блока управления входят устройства идентификации параметров микроклимата, устройства идентификации потребления электроэнергии, устройства управления инженерными системами (освещения, водо-

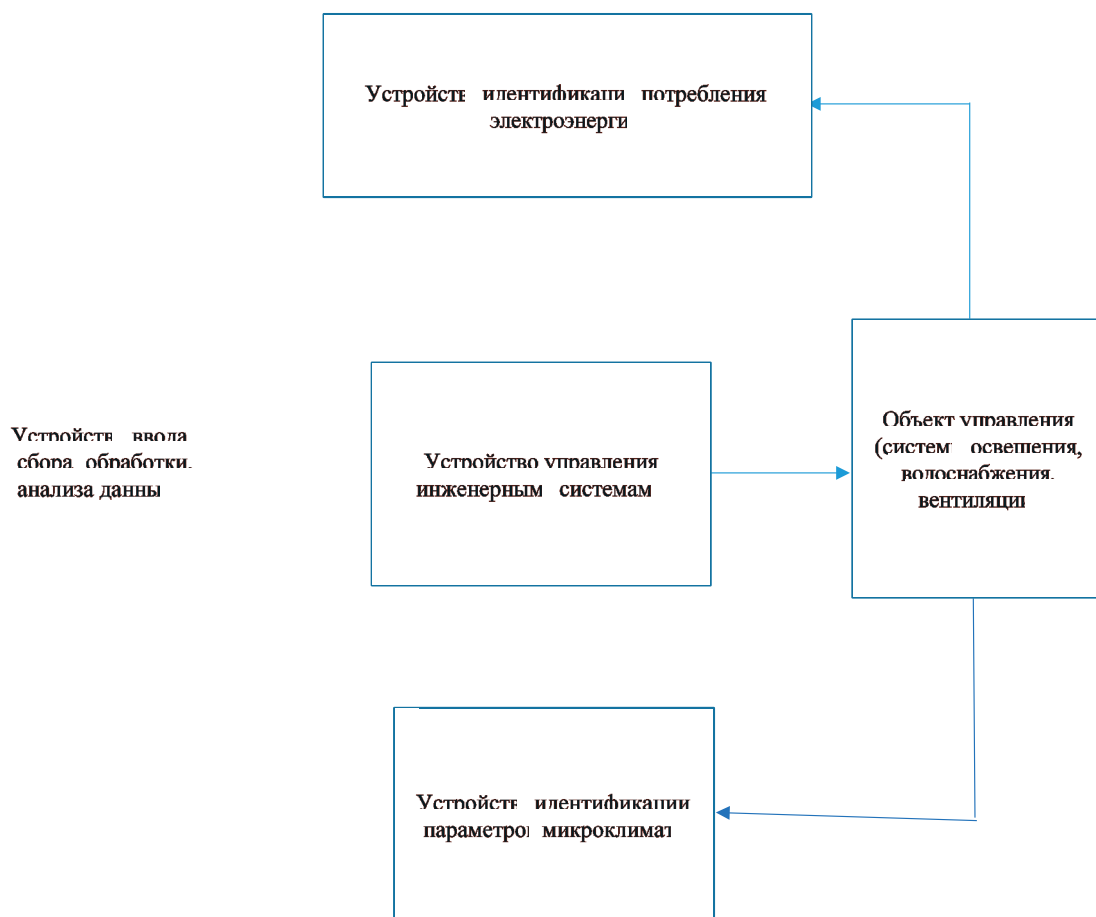


Рис. 1. Функциональная схема программно-аппаратного комплекса адаптивного управления энергопотреблением вертикальных ферм

снабжения, вентиляции), устройства сбора, обработки и анализа данных. Программная часть включает программное обеспечение, обрабатывающее и интерпретирующее данные, собранные аппаратной частью. Устройства идентификации параметров микроклимата предназначены для фиксации фактических данных температуры воздуха, влажности субстрата или воздуха, количества света. Устройства идентификации потребления электроэнергии предназначены для фиксации фактической потребляемой мощности в каждый час времени суток и формирования графика энергопотребления вертикальной фермой. Эти данные передаются в устройства управления и сравниваются с оптимальными заданными параметрами. На основе сравнения параметров микроклимата и часа в сутках принимается решение по работе инженерных систем, обеспечивающих микроклимат. Адаптивное управление энергопотреблением вертикальных ферм предусматривает сохранение оптимальной настройки системы (необходимое получение света и воды растениями при заданной температуре воздуха в течение суток) при изменении внешних параметров (цены на электроэнергию в течение суток) за счет изменения параметров регулятора (режима работы инженерных систем). При начальном отсутствии информации о параметрах регулятора и воздействиях на систему необходимо производить расчет оптимальных

режимов работы инженерных систем. Построение адаптивных обратных связей по управлению энергопотреблением осуществляется на основе результатов обработки данных модели регулятора в составе технических средств сопряжения с системой управления и информационной базой модели технологического цикла производства (затраченная электроэнергия, урожай, витамины, нитраты и пр.). Для этого служит устройство сбора, обработки и анализа данных.

Прикладное программное обеспечение представляет из себя созданный в среде разработки SMLogix алгоритм, согласно которому происходит управление ПЛК, используемый в системе. При создании используется так называемый язык функциональных блоков (FBD), представляющий из себя графический инструмент разработки прикладного ПО для ПЛК.

ПО в среде разработки представляет из себя рабочее поле с размещенными на нем графическими примитивами — логическими блоками, выполняющими ту или иную функцию. Данные блоки соединены связями, которые представляют из себя набор входных и/или выходных данных, необходимый для работы каждого логического блока в отдельности и всей прикладной программы в общем. Фрагмент ПО блока управления «Режимы работы» показан на рисунке 2.

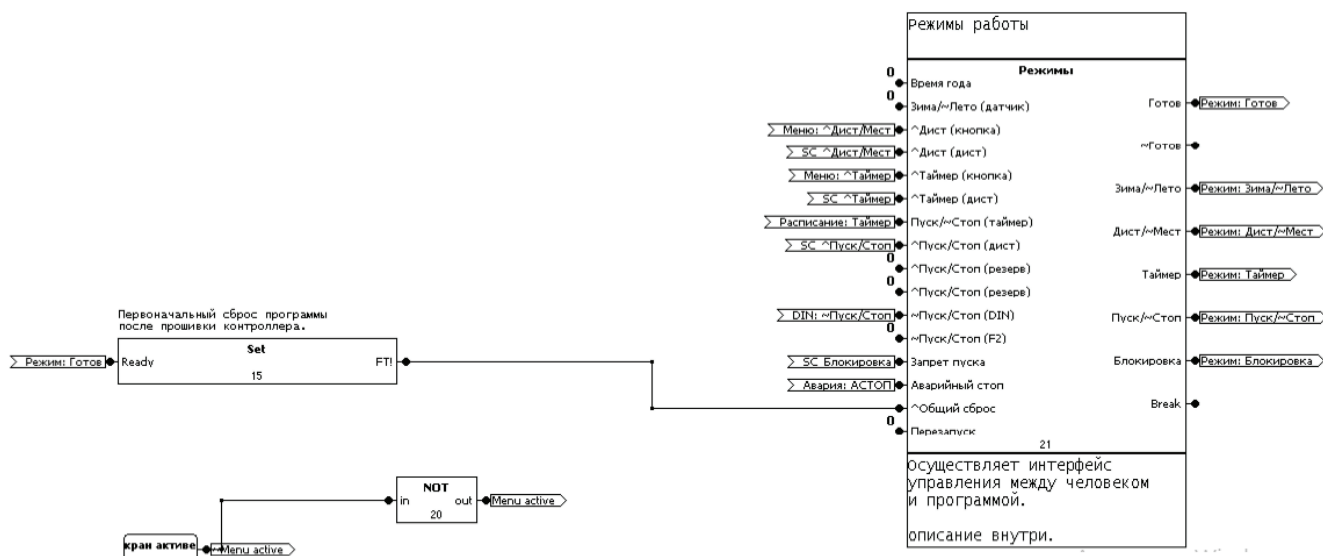


Рис. 2. Фрагмент ПО блока «Режимы работы»

Выводы

Разработана функциональная схема блока управления инженерными системами вертикальных ферм, на основе которой будет разрабатываться конфигурация

и физическое устройство изделия. При создании блока управления используется так называемый язык функциональных блоков (FBD), представляющий из себя графический инструмент разработки прикладного ПО для ПЛК.

Литература:

1. Волощук, Л. А. Вертикальные фермы — новая бизнес-модель развития аграрного сектора / Л. А. Волощук, С. И. Ткачев, А. В. Ламентова, И. Ю. Спасов // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 25 апреля 2024 года. — Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова», 2024. — С. 99–103. — EDN QCDFMI.
2. Груднева, А. А. Вертикальное фермерство как инновационная технология решения проблемы продовольственного снабжения крупных городов / А. А. Груднева. — Текст: электронный // Инновации и инвестиции. 2018. № 9. — С. 39–41.
3. Гурина, И. В. Конвергентная платформа Smart Agriculture и применение цифровых информационных технологий в агробизнесе / И. В. Гурина, А. В. Медведев, Л. Н. Медведева, А. Ф. Рогачев. — Текст: электронный // Учет и статистика. 2019. № 3 (55). — С. 74–84.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Применение метода анализа иерархий при выборе технологии восстановления гидроизоляции фундамента

Иванов Алексей Игоревич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор рассматривает применение метода анализа иерархий для выбора оптимальной технологии восстановления гидроизоляции фундаментов.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, гидроизоляции, методика выбора.

В условиях современного градостроительства реконструкция и капитальный ремонт существующих зданий и сооружений являются приоритетными направлениями развития строительной отрасли. Большинство объектов имеют значительный срок эксплуатации, в течение которого их подземные конструкции подвергались интенсивному воздействию грунтовых вод, агрессивных сред и температурных перепадов. Деградация первоначальной гидроизоляции приводит к подтоплению подвальных помещений, снижению несущей способности фундаментов из-за коррозии бетона и арматуры, а также к ухудшению микроклимата в здании.

Выбор оптимальной технологии восстановления гидроизоляции является сложной научно-технической и инженерной задачей. В отличие от нового строительства, условия реконструкции накладывают жесткие ограничения: невозможность откопки фундамента снаружи из-за плотной городской застройки, наличие смежных коммуникаций, изменение гидрогеологических условий и необходимость проведения работ без остановки эксплуатации здания. Существующие методики часто опираются лишь на стоимостные показатели, не учитывая долговечность материалов, технологические риски и конструктивные особенности реконструируемого объекта. В связи с этим разработка научно обоснованной методики выбора технологии восстановления гидроизоляции фундаментов является актуальной задачей, имеющей важное практическое значение.

Выбор оптимального метода восстановления гидроизоляции фундаментов в условиях реконструкции является комплексной задачей. Ошибочно опираться исключительно на стоимость материалов или их доступность. Для построения объективной модели принятия решений все факторы разделяются на 4 основные группы:

1. Технические критерии (C_1):
 - Надежность и долговечность (C_{11}). Срок службы гидроизоляционного барьера без потери эксплуатационных качеств.
 - Водонепроницаемость (C_{12}). Способность материала выдерживать определенное гидростатическое давление.
 - Ремонтопригодность (C_{13}). Возможность локального устранения протечек в процессе последующей эксплуатации.
2. Технологические критерии (C_2):
 - Требовательность к условиям производства (C_{21}). Возможность нанесения/инъектирования на мокрые, обводненные или неочищенные основания.
 - Технологическая сложность и требования к квалификации персонала (C_{22}). Необходимость использования узкоспециализированного оборудования и высококвалифицированного персонала.
 - Сроки реализации (C_{23}). Скорость проведения работ и время полимеризации/схватывания составов, влияющие на общий график выполнения работ.
3. Экономические критерии (C_3):
 - Капитальные затраты (C_{31}). Стоимость гидроизоляционных материалов, их доставки и аренды оборудования.
 - Трудоемкость и стоимость работ (C_{32}). Прямые затраты на оплату труда рабочих.
4. Экологические критерии и безопасность (C_4):
 - Токсичность и пожароопасность (C_{41}). Выделение вредных летучих веществ при полимеризации, что критично при работе в замкнутых пространствах.

— Влияние на окружающую среду (C_{42}). Риск вымывания химических компонентов в грунтовые воды и т. п.

Математическая модель принятия решений на основе Метода Анализа Иерархий (МАИ).

Для ранжирования технологий используется метод попарных сравнений. В ходе выполнения сравниваются критерии между собой, используя качественную шкалу Саати (от 1 до 9):

- 1 — Критерии равнозначны.
- 3 — Умеренное превосходство одного над другим.
- 5 — Существенное превосходство.
- 7 — Значительное превосходство.
- 9 — Абсолютное превосходство.
- 2, 4, 6, 8 — Промежуточные значения.

В качестве примера составим матрицу (Таблицу 1) попарных сравнений для четырех основных групп критериев ($C_1 — C_4$). В условиях реконструкции или капитального ремонта технические и технологические критерии имеют наивысший приоритет. Вектор критерия — это числовое выражение, которое показывает относительную важность каждого элемента в группе и вычисляется по формуле:

$$W = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$$

где n — размерность матрицы;

$\prod_{j=1}^n a_{ij}$ — произведение всех элементов i -й строки матрицы;

$\sqrt[n]{\dots}$ — корень n -степени из полученного произведения.

Таблица 1

Критерии	Технические (C1)	Технологические (C2)	Экономические (C3)	Экологические (C4)	Вектор критерия W	Вес критерия, %
C_1	1	2	3	5	$\sqrt[4]{1 * 2 * 3 * 5} = 2,34$	47
C_2	1/2	1	2	4	$\sqrt[4]{0,5 * 1 * 2 * 4} = 1,41$	28
C_3	1/3	1/2	1	3	$\sqrt[4]{0,33 * 0,5 * 1 * 3} = 0,84$	17
C_4	1/5	1/4	1/3	1	$\sqrt[4]{0,2 * 0,25 * 0,33 * 1} = 0,36$	8
Сумма:	2,03	3,75	6,33	13	4,95	100

Выполним математическую проверку согласованности, которая отражает степень логической последовательности, отсутствия противоречий и разумности суждений. Для проверки отсутствия противоречий, вычисляется индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС). Первым этапом требуется вычислить максимальное собственное значение матрицы (λ_{max}), которое показывает степень отклонения от идеальной согласованности. В идеальной матрице λ_{max} строго равно размерности матрицы ($n=4$). В реальных расчетах оно всегда немного больше.

Формула расчета представляет собой скалярное произведение вектора сумм столбцов на вектор весов:

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n S_j * \omega_j$$

где n — размерность матрицы;

S_j — сумма элементов j -го столбца матрицы;

ω_j — вес j -го критерия.

$$\lambda_{\max} = (2,03 \cdot 0,47) + (3,75 \cdot 0,28) + (6,33 \cdot 0,17) + (13 \cdot 0,08) = 0,954 + 1,05 + 1,076 + 1,04 = 4,12$$

Расчет индекса согласованности (ИС):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,12 - 4}{4 - 1} = 0,04$$

Расчет отношения согласованности (ОС). Для матрицы четвертого порядка ($n=4$) табличный индекс случайной согласованности (СС) равен 0,9

$$ОС = \frac{ИС}{СС} = \frac{0,04}{0,9} = 0,044 = 4,4 \%$$

Вывод: поскольку значение ОС = 4,4 % что значительно меньше нормативного барьера в 10 %, то матрица признается согласованной, а суждения — логически непротиворечивыми и пригодными для дальнейших инженерных расчетов.

В условиях реконструкции и капитального ремонта рассмотрим три основные технологии восстановления гидроизоляционного слоя, это инъекционная, проникающая и обмазочная гидроизоляции.

Для завершения построения математической модели по Методу Анализа Иерархий (МАИ), выполним оценку выбранных технологий по каждому из 10 подкритериев нижнего уровня (C_{11} - C_{42}) и сведем это в общую матрицу (Таблица 2).

Таблица 2

Критерии	Вес критерия внутри группы	Глобальный вес критерия (с учетом группы), %	Инъекционная гидроизоляция	Проникающая гидроизоляция	Обмазочная гидроизоляция
Технические (C1) 47,21 %					
Надежность и долговечность (C_{11})	0,55	25,97	0,60	0,30	0,10
Водонепроницаемость (C_{12})	0,30	14,16	0,70	0,20	0,10
Ремонтопригодность (C_{13})	0,15	7,08	0,65	0,10	0,25
Технологические (C2) 28,53 %					
Требовательность к условиям производства (C_{21})	0,60	17,12	0,65	0,25	0,10
Технологическая сложность и требования к квалификации персонала (C_{22})	0,15	4,28	0,10	0,45	0,45
Сроки реализации (C_{23})	0,25	7,13	0,50	0,30	0,20
Экономические (C3) 16,96 %					
Капитальные затраты (C_{31})	0,40	6,78	0,10	0,40	0,50
Трудоемкость и стоимость работ (C_{32})	0,60	10,18	0,15	0,35	0,50
Экологические (C4) 7,30 %					
Токсичность и пожароопасность (C_{41})	0,70	5,11	0,20	0,50	0,30
Влияние на окружающую среду (C_{42})	0,30	2,19	0,30	0,40	0,30

Для финальной оценки технологий произведем умножение глобального веса каждого критерия на оценку технологии по этому критерию и просуммируем.

Инъекционная гидроизоляция:

$$(0,2597 \cdot 0,60) + (0,1416 \cdot 0,70) + (0,0708 \cdot 0,65) + (0,1712 \cdot 0,65) + (0,0428 \cdot 0,10) + (0,0713 \cdot 0,50) + (0,0678 \cdot 0,10) + (0,1018 \cdot 0,15) + (0,0511 \cdot 0,20) + (0,0219 \cdot 0,30) = 0,5058 = 51 \%$$

Проникающая гидроизоляция:

$$(0,2597 \cdot 0,30) + (0,1416 \cdot 0,20) + (0,0708 \cdot 0,10) + (0,1712 \cdot 0,25) + (0,0428 \cdot 0,45) + (0,0713 \cdot 0,30) + (0,0678 \cdot 0,40) + (0,1018 \cdot 0,35) + (0,0511 \cdot 0,50) + (0,0219 \cdot 0,40) = 0,2847 = \mathbf{28\%}$$

Обмазочная гидроизоляция:

$$(0,2597 \cdot 0,10) + (0,1416 \cdot 0,10) + (0,0708 \cdot 0,25) + (0,1712 \cdot 0,10) + (0,0425 \cdot 0,45) + (0,0713 \cdot 0,20) + (0,0678 \cdot 0,50) + (0,1018 \cdot 0,50) + (0,0511 \cdot 0,30) + (0,0219 \cdot 0,30) = 0,2085 = \mathbf{21\%}$$

По результатам многокритериального иерархического анализа оптимальным решением для реконструкции фундамента в условиях плотной застройки признана технология инъектирования (50,68 %).

Несмотря на высокую стоимость (низкие показатели в группе C_3) и максимальные требования к квалификации персонала (C_{22}), технология инъектирования демонстрирует решающее преимущество в возможности работы на сильно обводненных основаниях (C_{21}), создании барьера внутри самого массива фундамента и максимальном сроке службы (C_{11}). Менее предпочтительными вариантами являются проникающая и обмазочная изоляции.

Литература:

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*. — М.: Минстрой России, 2016.
2. ВСН 64–97 Инструкция по технологии устройства гидроизоляции подземных сооружений из полимерных материалов при строительстве и реконструкции. — М.: Комплекс перспективного развития города, 1997.
3. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

БИОЛОГИЯ

Распространение термитов в Андижанской области Узбекистана и организационные меры борьбы с ними

Азамов Акбархон, младший научный сотрудник;

Отаджонов Анвар, региональный представитель по Ферганской, Андижанской и Наманганской областям

ГУП «Республиканский научно-производственный центр по борьбе с термитами» Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент)

Представлен описательный анализ региональных сведений о термитах Андижанской области за 2025 год, научных публикаций и нормативных документов Узбекистана. В исходных материалах сообщается о 23 случаях поражения в Мархаматском и Бустонском районах, без распределения по районам и типам объектов. Рассмотрены признаки повреждения деревянных конструкций, размещение приманок и регистрация очагов. Предложены единая карточка обследования, повторный контроль и профилактическая работа с населением. Отсутствие общего числа обследованных объектов и сопоставимых наблюдений после обработки ограничивает оценку распространённости поражения и эффективности проведённых мероприятий.

Ключевые слова: термиты, Андижанская область, Мархаматский район, Бустонский район, деревянные конструкции, мониторинг, приманочный метод, профилактика.

Termite occurrence in the Andijan Region and organizational measures for termite control

This paper provides a descriptive analysis of regional information on termites in the Andijan Region for 2025, scientific publications, and regulatory documents of Uzbekistan. The source materials report 23 infestation cases in the Marhamat and Bo'ston districts, without a breakdown by district or property type. Damage to wooden structures, bait deployment, and recording of infestation sites are considered. Standardized inspection records, follow-up monitoring, and public awareness measures are proposed. The absence of the total number of inspected properties and comparable post-treatment observations limits assessment of infestation prevalence and control effectiveness.

Keywords: termites, Andijan Region, Marhamat district, Bo'ston district, wooden structures, monitoring, baiting, prevention.

Введение

Термиты представляют практический интерес как общественные насекомые, способные повреждать деревянные элементы зданий и другие материалы растительного происхождения. Для населённых пунктов особенно существенны скрытые повреждения: видимые признаки активности могут появляться тогда, когда часть конструкции уже поражена. Поэтому защита объектов требует раннего выявления очагов, документирования повреждений и согласованной работы специалистов и жителей.

В Андижанской области проблема рассматривается в контексте сохранности жилого фонда, хозяйственных сооружений и объектов общественного назначения. Исходные региональные сведения указывают на наличие очагов в Мархаматском и Бустонском районах. Однако само выявление отдельных объектов не характеризует мас-

штаб распространения термитов во всей области: для такого вывода необходимы сведения о числе обследованных объектов и сопоставимые наблюдения в разные годы.

Организационную основу работы составляют нормативные документы Республики Узбекистан. Постановление Кабинета Министров от 16 ноября 2023 года № 605 посвящено совершенствованию деятельности Республиканского центра по борьбе с термитами [1]. Постановление Президента от 20 октября 2025 года № ПП-310 регулирует организационные меры по совершенствованию деятельности органов по чрезвычайным ситуациям и относится к более широкому контексту защиты населения и территорий [2]. Постановлением Кабинета Министров от 4 ноября 2024 года № 734 утверждён административный регламент предоставления государственной услуги по выявлению домов, повреждённых термитами и другими насекомыми, и признанию их непригодными для проживания [3].

Цель работы — обобщить имеющиеся сведения о выявленных очагах в Андижанской области, описать признаки поражения объектов и проводимые мероприятия, а также определить направления улучшения мониторинга и профилактики.

Материалы и подход к анализу

Работа носит описательный и аналитический характер. Использованы предоставленные авторами сведения об обследованиях в 2025 году в Мархаматском и Бустонском районах, сообщения о размещении приманок и регистрации выявленных участков, а также научные публикации о термитах Узбекистана и нормативные документы. Региональные сведения рассмотрены как сообщение о выявленных случаях, а не как результаты репрезентативного обследования всей области.

В исходных материалах не приведены общее число обследованных объектов, даты отдельных посещений, перечень населённых пунктов, координаты очагов и распределение повреждений по степени выраженности. Не представлены также видовые определения собранных насекомых и результаты повторного контроля после установки приманок. По этой причине статистические сравнения, расчёт доли поражённых объектов и количественная оценка эффективности обработок не выполнялись.

Биологические предпосылки повреждения объектов

Термиты живут колониями и используют в питании древесину, сухую траву и другие растительные остатки, содержащие целлюлозу. В природных условиях они участвуют в переработке органического вещества, однако при заселении зданий их деятельность приобретает хозяйственно опасный характер. В литературе по Узбекистану рассматриваются, в частности, виды *Anacanthotermes turkestanicus* и *Anacanthotermes ahngerianus* [4, с. 1186].

Современные исследования показывают, что региональные сведения о термитах необходимо сопровождать

определением вида. В 2024 году для фауны Узбекистана был зарегистрирован *Amitermes rhizophagus*: материал получен в селе Вори Миришкорского района Кашкадарьинской области из остатков влажной гниющей древесины [4, с. 1186–1187]. В последующей работе принадлежность материала к этому виду подтверждена сочетанием морфологических и молекулярных методов [5]. Эти публикации относятся к югу Узбекистана и сами по себе не подтверждают присутствие указанного вида в Андижанской области.

Сведения об очагах в Андижанской области

В предоставленных авторами материалах за 2025 год сообщается о выявлении термитного поражения в Мархаматском и Бустонском районах. В качестве поражённых объектов названы жилые домовладения и участки кладбищ; в сводном сообщении приведено 23 случая. Отдельное количество домовладений и кладбищ, а также распределение случаев между двумя районами не указаны. Следовательно, число 23 следует рассматривать как сообщённое количество выявленных случаев, без расчёта районных показателей или доли поражённых домов.

Практическое значение этих сведений заключается в необходимости адресного обследования выявленных участков и соседних объектов. При дальнейшем уточнении данных каждому случаю следует присваивать отдельный регистрационный номер, указывать вид объекта и дату обнаружения. Повторное посещение того же адреса необходимо учитывать как последующее наблюдение, чтобы оно не увеличивало число уникальных поражённых объектов.

Признаки поражения и хозяйственное значение

В исходном описании отмечены ходы и земляные покрытия вблизи зданий, признаки активности около фундамента и повреждения деревянных элементов пола, дверей, оконных рам, стен и кровли. Для последовательного описания таких наблюдений предлагается рабочая качественная группировка, представленная в таблице 1.

Таблица 1. Рабочая качественная группировка признаков термитного поражения

Степень	Признаки в исходном описании	Направление дальнейшего обследования
Слабая	Земляные ходы и покрытия рядом с домом или фундаментом; локальные признаки поражения деревянных элементов пола.	Уточнить активность очага и проверить близлежащие деревянные элементы.
Средняя	Следы активности вокруг дома и повреждения нескольких элементов: пола, дверей, оконных рам или деревянных частей стен.	Документировать расположение повреждений и определить объём последующего обследования.
Сильная	Признаки поражения многих деревянных элементов здания, включая пол, потолок, двери, рамы и детали кровли.	Организовать обследование повреждённых конструкций и согласовать адресные меры со специалистами.

Примечание. Группировка составлена по описанию авторов и не является утверждённой нормативной шкалой или оценкой технической безопасности здания.

Она сохраняет три степени выраженности признаков, использованные в исходных региональных сведениях.

Рабочая группировка помогает описывать наблюдения, но не заменяет техническое обследование здания. Видимые следы насекомых не позволяют самостоятельно установить остаточную несущую способность конструкции или необходимость капитального ремонта. Вопрос о пригодности дома к проживанию рассматривается в установленном порядке, предусмотренном соответствующим административным регламентом [3].

Хозяйственные последствия могут включать замену повреждённых элементов, затраты на обследование, профилактику и последующее наблюдение. В исходных сведениях отсутствуют сметы ремонта, сведения о стоимости материалов и документированные данные об ущербе сельскохозяйственным культурам. Поэтому денежный ущерб и доля домов, нуждающихся в ремонте, в данной работе не рассчитываются.

Проводимые мероприятия и оценка их результатов

По предоставленным авторами сведениям, в Мархаматском и Бустонском районах проводились обследования домовладений и размещение приманок на участках, где обнаружены признаки активности термитов. Сообщается также о внесении сведений о выявленных очагах в электронную систему учёта Центра, обозначенную в исходных материалах адресом termite.academy.uz. Эти действия характеризуют организацию работы на конкретных участках.

Приманочный подход исследован в специальной литературе. В полевом исследовании N.-Y. Su приманки оценивались для *Reticulitermes flavipes* и *Coptotermes formosanus* [6]. Результаты для этих видов не следует непосредственно переносить на термитов другого рода или на условия Андижанской области. Для местной оценки необходимы сведения о применённом средстве, активности термитов до вмешательства и результатах последующих наблюдений. В представленных региональных материалах такие сопоставимые показатели отсутствуют, поэтому количественная результативность приманок не оценивается.

Профилактическая работа должна сопровождать адресные мероприятия. В качестве организационных направлений предлагаются информирование жителей о характерных признаках активности термитов, своевременное обращение к специалистам и согласование действий владельцев соседних объектов. Для каждого участка необходимо определять ответственное лицо и фиксировать результаты последующих посещений, чтобы работа не ограничивалась разовой установкой средства.

Литература:

1. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Respublika termitlarga qarshi kurashish markazi faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida: 2023-yil 16-noyabrda 605-son qaror. — Текст: электронный. — URL: <https://lex.uz/uz/docs/-6665762> (дата обращения: 06.10.2026).

Направления улучшения мониторинга

Приоритетом является единая карточка обследования. В ней целесообразно указывать район, населённый пункт, адрес или координаты, тип объекта, дату осмотра, обнаруженные признаки и сведения об исполнителе. При наличии образцов следует фиксировать результат определения вида. Фотографии повреждений и краткое описание состояния деревянных элементов позволят сопоставлять наблюдения во времени.

Для регистрации мероприятий предлагается отдельный блок: дата установки приманки, название применённого средства, место размещения и результаты контрольных посещений. Сроки повторных обследований должны определяться специалистами с учётом используемого метода. Важно сохранять сведения о нулевом результате контроля и о повторной активности, а также не смешивать число посещений с числом уникальных объектов.

Используемое в региональной работе разделение территорий на «зелёные», «жёлтые» и «красные» зоны нуждается в явно описанных критериях. В качестве организационного предложения «зелёная» категория может обозначать отсутствие зарегистрированных признаков при обследовании, «жёлтая» — необходимость уточняющего обследования, «красная» — подтверждённый очаг. Отсутствие записи об очаге при этом нельзя приравнивать к доказанному отсутствию термитов. Данная схема является предложением для учёта и не представляется как утверждённая нормативная классификация.

Заключение

Предоставленные авторами сведения подтверждают необходимость адресной работы с зарегистрированными случаями термитного поражения в Мархаматском и Бустонском районах Андижанской области. Сообщённое число 23 характеризует выявленные случаи в исходных материалах за 2025 год, но не позволяет определить распространённость поражения во всей области.

Практические направления совершенствования работы включают уточнение состава поражённых объектов, определение видов термитов, единую регистрацию признаков повреждения и повторный контроль после проведения мероприятий. Для обоснованной оценки эффективности приманочного метода необходимы сопоставимые сведения до и после вмешательства. Сочетание профилактики, адресных мер и последующего наблюдения позволит сформировать более полную доказательную основу региональных решений.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. Favqulodda vaziyatlar organlari faoliyatini yanada takomillashtirishga doir tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida: 2025-yil 20-oktabrdagi PQ-310-son qaror. — Текст: электронный. — URL: <https://lex.uz/uz/docs/-7776312> (дата обращения: 06.10.2026).
3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Termit va boshqa hashoratlardan zararlangan uy-joylarni aniqlash va yashash uchun yaroqsiz deb topish bo'yicha davlat xizmatini ko'rsatishning ma'muriy reglamentini tasdiqlash to'g'risida: 2024-yil 4-noyabrdagi 734-son qaror. — Текст: электронный. — URL: <https://lex.uz/docs/-7191553> (дата обращения: 06.10.2026).
4. Rustamov, K. D. *Amitermes rhizophagus* Belyaeva, 1974 — a new genus and species of termites (Blattodea: Termitidae) in the fauna of Uzbekistan / K. D. Rustamov, G. S. Mirzaeva, B. R. Kholmatov [et al.] // *Acta Biologica Sibirica*. — 2024. — Vol. 10. — P. 1185–1197. — DOI: 10.5281/zenodo.13937888.
5. Mirzaeva, G. S. Molecular characterization of *Amitermes rhizophagus* Belyaeva, 1974 (Blattodea: Isoptera), newly recorded from Uzbekistan / G. S. Mirzaeva, B. R. Kholmatov, K. D. Rustamov [et al.] // *Acta Biologica Sibirica*. — 2025. — Vol. 11. — P. 1603–1613. — DOI: 10.5281/zenodo.18047223.
6. Su, N.-Y. Field Evaluation of a Hexaflumuron Bait for Population Suppression of Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae) / N.-Y. Su // *Journal of Economic Entomology*. — 1994. — Vol. 87, no. 2. — P. 389–397. — DOI: 10.1093/jee/87.2.389.

МЕДИЦИНА

Предраковые заболевания слизистой оболочки рта: современные аспекты диагностики и прогнозирования малигнизации

Габеркорн Анастасия Александровна, студент
Омский государственный медицинский университет

Габеркорн Александр Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

В статье автор изучил современные подходы к диагностике и классификации предраковых заболеваний слизистой оболочки рта (СОР) для раннего выявления потенциально злокачественных эпителиальных поражений с помощью систематического анализа актуальных клинических рекомендаций и данных доказательной медицины за 2018–2024 гг.

Ключевые слова: предрак, слизистая оболочка рта, лейкоплакия, дисплазия, малигнизация, онкостоматология.

Злокачественные новообразования полости рта занимают одно из ведущих мест в структуре онкологической заболеваемости головы и шеи. Большинство плоскоклеточных карцином полости рта развиваются на фоне так называемых «потенциально злокачественных расстройств» (Potentially Malignant Disorders — PMD) [1]. Своевременная идентификация этих состояний является критическим фактором, определяющим прогноз выживаемости пациентов.

К наиболее значимым предраковым заболеваниям СОР относят лейкоплакию, эритроплакию и пролиферативную веррукозную лейкоплакию.

Лейкоплакия. Согласно классификации ВОЗ, это белое пятно или бляшка, которые не могут быть клинически или патологически классифицированы как любое другое заболевание [2]. Риск малигнизации варьируется от 1 % до 20 % в зависимости от клинической формы.

Эритроплакия. Представляет собой ярко-красное пятно с бархатистой поверхностью. Обладает значительно более высоким потенциалом малигнизации (до 50 % случаев при гистологическом исследовании выявляют карциному *in situ* или инвазивный рак) [3].

Красный плоский лишай (КПЛ). Эрозивно-язвенная форма КПЛ признана ВОЗ предраковым состоянием. Хроническое воспаление и иммуноопосредованное повреждение базального слоя эпителия создают благоприятный фон для генетических мутаций [4].

Исследования показывают, что гиперэкспрессия белка p53 и повышение индекса пролиферации Ki-67 являются индикаторами ранних этапов канцерогенеза [5]. Особое внимание уделяется эпигенетическим изменениям, в частности метилированию промоторов генов-супрессоров опухолей, что позволяет рассматривать данные маркеры как предикторы трансформации [6].

Диагностические стратегии

Золотым стандартом диагностики остается инцизионная биопсия. Однако для минимизации «ошибки выборки» применяются дополнительные методы:

Аутофлуоресцентная стоматоскопия (АФС). Метод основан на различии в поглощении света здоровыми и патологически измененными тканями. Снижение интенсивности флуоресценции указывает на нарушение метаболизма эпителия [6].

Витальное окрашивание. Применение растворов толуидинового синего позволяет визуализировать участки с повышенным содержанием нуклеиновых кислот, что характерно для зон дисплазии. Несмотря на риск ложноположительных результатов при воспалительных процессах, метод остается эффективным инструментом скрининга в группах риска [6].

Тактика ведения пациентов

Алгоритм ведения пациентов с потенциально злокачественными поражениями СОР базируется на принципе «настороженности». При выявлении очага, не поддающе-

Патогенез и молекулярные маркеры

Малигнизация предраковых поражений — это многоступенчатый процесс накопления генетических повре-

гося консервативной терапии в течение 14 дней, показано проведение биопсии.

Хирургическое иссечение остается методом выбора для большинства форм лейкоплакии и эритроплакии. Однако современные протоколы все чаще включают фотодинамическую терапию (ФДТ) как малоинвазивный метод лечения, особенно при обширных поражениях, где радикальное иссечение может привести к функциональным нарушениям [7]. ФДТ позволяет избирательно воздействовать на атипичные клетки, минимизируя повреждение подлежащих тканей и способствуя регенерации здорового эпителия.

Прогнозирование

Прогнозирование риска трансформации требует комплексного подхода. Помимо гистологической оценки степени дисплазии (легкая, умеренная, тяжелая), необходимо учитывать локализацию поражения. Наиболее опасными зонами («зонами риска») являются дно полости рта, латеральные поверхности языка и мягкое небо.

Литература:

1. Warnakulasuriya S. Oral potentially malignant disorders: A consensus report from an international seminar on nomenclature and classification / S. Warnakulasuriya, O. Kujan, J M et al Aguirre-Urizar. — Текст: непосредственный // Journal of Oral Pathology & Medicine. — 2021. — № Vol. 50. — С. 229–235.
2. Speight P. M. Oral potentially malignant disorders: risk of progression to malignancy / P. M. Speight, S. A. Khurram, O. Kujan. — Текст: непосредственный // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology. — 2018. — № Vol. 125. — С. 612–627.
3. Villa A. World Workshop on Oral Medicine VII: Prognostic biomarkers in oral leukoplakia: A systematic review / A. Villa, A. Celentano, I et al Glurich. — Текст: непосредственный // Oral Diseases. — 2019. — № Vol. 25. — С. 181–200.
4. Fitzpatrick S. G. The malignant transformation of oral lichen planus and oral lichenoid lesions: A systematic review / S. G. Fitzpatrick, S. A. Hirsch, S. C. Gordon. — Текст: непосредственный // Journal of the American Dental Association. — 2014. — № Vol. 145. — С. 45–56.
5. Mello F. W. Prevalence of potentially malignant disorders: A systematic review and meta-analysis / F. W. Mello, A F C Miguel, K L et al Dutra. — Текст: непосредственный // Journal of Oral Pathology & Medicine. — 2018. — № Vol. 47. — С. 633–640.
6. Head and neck cancer — Part 1: Epidemiology, presentation, and prevention / H. Mehanna, V. Paleri, C M L West, C. Nutting. — Текст: непосредственный // BMJ. — 2010. — № Vol. 341. — С. 4684.
7. Rana M. Clinical evaluation of autofluorescence imaging for detection of oral leukoplakia and oral squamous cell carcinoma / M. Rana, A. Zapf, M et al Kuehle. — Текст: непосредственный // Oral Oncology. — 2012. — № Vol. 48. — С. 1019–1024.

Дифференциальная диагностика доброкачественных кистозных образований челюстно-лицевой области

Габеркорн Анастасия Александровна, студент
Омский государственный медицинский университет

Габеркорн Александр Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

В статье рассматриваются актуальные вопросы дифференциальной диагностики доброкачественных кистозных образований челюстно-лицевой области, которые составляют значительную долю в структуре стоматологической и челюстно-лицевой патологии.

Интеграция данных о молекулярном профиле опухоли в клиническую практику позволяет стратифицировать пациентов на группы риска. Пациенты с выявленными мутациями в гене CDKN2A или амплификацией EGFR требуют более частого диспансерного наблюдения (раз в 3 месяца) и агрессивной тактики лечения [7].

Заключение

Предраковые заболевания слизистой оболочки рта представляют собой серьезную медико-социальную проблему. Успех борьбы с онкологическими заболеваниями полости рта напрямую зависит от ранней диагностики и понимания биологической природы предраковых состояний. Переход от чисто описательной классификации к молекулярно-генетическому профилированию поражений открывает новые горизонты в персонализированной стоматологии. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на поиске неинвазивных биомаркеров в слюне, что позволит проводить массовый скрининг населения и выявлять патологию на доклинической стадии.

Ключевые слова: челюстно-лицевая область, доброкачественные кистозные образования, дифференциальная диагностика, одонтогенные кисты, неодонтогенные кисты, лучевая диагностика, компьютерная томография.

Патология челюстно-лицевой области, представленная кистозными образованиями челюстей и мягких тканей, занимает одно из ведущих мест в структуре хирургической стоматологии [1]. Согласно эпидемиологическим данным, на долю кист челюстей приходится от 8 % до 12 % всех нозологических форм челюстно-лицевой локализации, среди которых подавляющее большинство составляют одонтогенные воспалительные процессы [2, 6]. Многообразие морфологических вариантов, схожесть клинических проявлений на ранних стадиях развития, а также риск малигнизации или рецидивирования (например, при кератокистах) определяют высокую значимость своевременной и точной дифференциальной диагностики [2].

Несмотря на внедрение в клиническую практику высокоинформативных методов визуализации, до настоящего времени сохраняется определенный процент диагностических ошибок на амбулаторном этапе [3, 4]. Ошибки ведут к неадекватному выбору объема хирургического вмешательства, развитию тяжелых осложнений (патологические переломы челюстей, повреждение сосудисто-нервных пучков, нагноения) и значительному увеличению сроков реабилитации пациентов [3, 5]. В связи с этим комплексный анализ клинико-лучевых и морфологических особенностей различных видов кист является крайне актуальной задачей современной челюстно-лицевой хирургии [3].

Для систематизации диагностического поиска используется клинико-морфологическая классификация, разделяющая кистозные образования на две большие группы [1, 3]:

Кисты челюстных костей:

Одонтогенные кисты: воспалительные (радикулярные, парадентальные) и пороки развития одонтогенного эпителия (фолликулярные кисты, кератокисты / одонтогенные кератокистические опухоли, кисты прорезывания).

Неодонтогенные кисты: киста носонебного канала (резцового отверстия), шаровидно-верхнечелюстная киста [4].

Кисты мягких тканей лица и шеи:

Врожденные: срединные и боковые кисты шеи (бранхиогенные), кисты околоушной области, дермоидные и эпидермоидные кисты, ранулы (кисты подъязычной слюнной железы) [3, 4].

Приобретенные: ретенционные кисты малых и больших слюнных желез (мукоцеле), атеромы, травматические кисты [2, 4].

Клиническая картина на этапах раннего роста кист челюстей практически бессимптомна [5]. Образования выявляются случайно при профилактических рентгенограммах или ортопантомограммах. По мере увеличения объема деструкции костной ткани появляются симптомы деформации челюстей, истончения кортикальной пластинки (симптом «пергаментного хруста Дупюитрена»),

асимметрия лица и выбухание переходной складки преддверия рта [1, 5].

Радикулярные кисты

Этиология и патогенез: являются следствием хронического одонтогенного воспаления периодонта (гранулирующий периодонтит) погибшего или депульпированного зуба, а у детей часто развиваются от ранее леченных резорцин-формалиновым методом временных моляров [5].

Дифференциальная диагностика: проводят с гранулирующим периодонтитом и фолликулярными кистами [2, 5]. Ключевым дифференциальным признаком является обязательное наличие причинного зуба, коронка которого разрушена или изменена в цвете, а электроодонтометрия (ЭОМ) показывает значения свыше 80–100 мкА [1, 5]. Рентгенологически определяется очаг деструкции округлой или овальной формы с четкими, ровными контурами, в проекции верхушки корня причинного зуба [4, 5].

Фолликулярные кисты

Этиология и патогенез: Связаны с пороком развития зубного фолликула непрорезавшегося или сверхкомплектного зуба, составляя до 15 % от общего числа одонтогенных кистозных поражений [4, 5].

Дифференциальная диагностика: на рентгенограмме фолликулярная киста представляет собой четко очерченное разрежение костной ткани, в полости которого располагается коронка ретенированного зуба, в то время как корень находится за пределами полости [4, 5]. Отсутствие причинного зуба в зубном ряду и наличие тени зачатка зуба — патогномоничный диагностический признак [1, 4, 6].

Кератокисты (одонтогенные кератокистические опухоли)

Этиология и патогенез: Эпителиальное образование с высоким потенциалом к росту и рецидивированию, развивающееся из остатков зубной пластинки [2, 5, 6]. На долю кератокист приходится от 5 % до 18 % среди всех челюстных кист [6].

Дифференциальная диагностика: Кератокисты имеют тенденцию распространяться в продольном направлении вдоль тела и ветви нижней челюсти без выраженного вестибулярного вздутия кости (в отличие от радикулярных форм) [2, 6]. Дифференциальная диагностика требует обязательного гистологического подтверждения из-за агрессивного течения, склонности к многокамерности и высокого риска рецидивов после неполного удаления [1, 6].

Дифференциальная диагностика кист мягких тканей лица и шеи

Кисты мягких тканей имеют свои топографо-анатомические особенности, требующие дифференциации с опухолями слюнных желез, лимфаденитами и сосудистыми мальформациями [3, 6].

Срединные и боковые кисты шеи

Срединные кисты (щитовидно-язычного протока): располагаются по средней линии шеи на уровне от подъ-

язычной кости до щитовидного хряща [1, 5, 6]. Важнейший дифференциальный признак — смещение образования вверх при глотании или выдвигении языка благодаря анатомической связи с слепым отверстием корня языка [3, 6]. Дифференцируют с лимфаденитами, дермоидами и опухольми щитовидной железы [2, 4, 6].

Боковые кисты шеи (бранхиогенные): локализуются по переднему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы в верхне- и среднешейных отделах [3, 6]. Имеют мягко-эластическую консистенцию, безболезненны. Дифференциальная диагностика проводится с хроническим неспецифическим лимфаденитом, метастазами опухолей шеи, хемодектомой и липомами [1, 2, 6]. Используют пункционную биопсию под контролем УЗИ и магнитно-резонансную ангиографию [4, 5, 6].

Дермоидные и эпидермоидные кисты

Чаще локализуются в области дна полости рта, подбородочной области, наружного угла орбиты. При пальпации имеют тестоватую или плотноэластическую консистенцию, не спаяны с кожей [2, 3, 6]. Дифференцируют с липомами, атеромами и кистами слюнных желез. Атерома в отличие от дермоидной кисты имеет симптом втяжения кожи (пупок) в месте выводного протока сальной железы [1, 4, 6].

Алгоритм комплексного обследования пациентов

Для верификации диагноза используется стандартный комплекс диагностических мероприятий [4, 6]:

1. Клинический метод: сбор анамнеза, оценка конфигурации лица, пальпация, перкуссия, определение подвижности зубов, проба на ЭОМ [1].

2. Лучевая диагностика:

Ортопантомография (ОПТГ) как скрининг-метод оценки состояния всей зубочелюстной системы [2, 6].

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) для точного определения границ деструкции кости, состояния кортикальных пластинок и взаимоотношения с корнями зубов [4, 6].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) мягких тканей шеи и челюстно-лицевой области при подозрении на кисты мягкотканых структур [3, 6].

3. Морфологическая верификация: Тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ) с цитологическим исследованием пунктата и обязательное гистологическое исследование операционного материала после цистэктомии или цистотомии [1, 5, 6].

Заключение

Дифференциальная диагностика доброкачественных кистозных образований челюстно-лицевой области представляет собой сложную многоступенчатую задачу, требующую от врача междисциплинарного подхода с привлечением клинических, лучевых и морфологических критериев. Правильная квалификация патологического процесса (определение его одонтогенного или неодонтогенного генеза, нозологической формы кисты) позволяет избежать неоправданного удаления интактных зубов, снизить риск рецидивов и обеспечить качественную функциональную и эстетическую реабилитацию пациентов.

Литература:

1. Аснина С. А. Одонтогенные кисты челюстей: учебное пособие / С. А. Аснина. — М.: Практическая медицина, 2012. — 72 с. — Текст: непосредственный.
2. Дифференциальная клинко-рентгенологическая характеристика различных типов одонтогенных кист челюстно-лицевой области / Е. В. Кайзеров, А. В. Холин, М. А. Чибисова, А. А. Зубарева. — Текст: непосредственный // Лучевая диагностика и терапия. — 2018. — № Т. 9, № 1. — С. 11–23.
3. Ленькова И. И. Дифференциальная диагностика доброкачественных кистозных образований челюстно-лицевой области и шеи / И. И. Ленькова, Л. Ю. Сосновская, З. Ш. Маметкулыев. — Текст: непосредственный // Клиническая медицина. — 2021. — № Т. 99, № 4. — С. 45–52.
4. Бакотина А. В. Междисциплинарное взаимодействие при диагностике и лечении одонтогенных кист верхней челюсти / А. В. Бакотина. — Текст: непосредственный // Российская оториноларингология. — 2025. — № Т. 24, № 6. — С. 44–51.
5. Хирургическое лечение одонтогенных воспалительных кист челюстей от временных зубов: ретроспективный анализ / И. В. Фоменко, Е. Е. Маслак, В. А. Сидорук [и др.]. — Текст: непосредственный // Стоматология детского возраста и профилактика. — 2022. — № Т. 22, № 4. — С. 299–306.
6. Клинические протоколы лечения и диагностики: «Кисты челюстно-лицевой области и шеи». —: Министерство здравоохранения РФ, 2025. — Текст: непосредственный.

Анализ современных методов лечения бруксизма: междисциплинарный подход и клиническая эффективность

Габеркорн Анастасия Александровна, студент
Омский государственный медицинский университет

Габеркорн Александр Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

В статье представлен всесторонний аналитический обзор современных методов лечения бруксизма (дневного и ночного фенотипов), рассматриваемого как междисциплинарная проблема на стыке стоматологии, сомнологии и неврологии. Подробно рассмотрены традиционные окклюзионные шины, принципы поведенческой терапии, медикаментозные подходы, а также инъекционная ботулинотерапия жевательных мышц. Особое внимание уделено коморбидным состояниям — синдрому обструктивного апноэ сна (СОАС) и гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) — как ключевым триггерам ночного бруксизма. Обоснована необходимость комплексной персонализированной терапии для предотвращения патологической стираемости зубов, дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и разрушения ортопедических конструкций.

Ключевые слова: бруксизм, окклюзионные шины, ботулинотерапия, когнитивно-поведенческая терапия, обструктивное апноэ сна, височно-нижнечелюстной сустав.

Бруксизм представляет собой стереотипное двигательное расстройство жевательной мускулатуры, характеризующееся сжатием или скрежетом зубов, а также удержанием или выдвиганием нижней челюсти. Согласно современной классификации, выделяют бруксизм во время сна (sleep bruxism) и бруксизм в период бодрствования (awake bruxism) [1]. Распространенность патологии среди взрослого населения остается высокой, приводя к тяжелым клиническим последствиям: ускоренной стираемости твердых тканей зубов, гипертрофии жевательных мышц, миофасциальному болевому синдрому, хроническим головным болям напряжения, поломкам дентальных имплантатов и дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) [2].

Ввиду многофакторности этиологии (стресс, центральные нейромедиаторные нарушения, сопутствующие расстройства сна), мономодальные подходы часто оказываются неэффективными. Целью данного обзора является систематизация и анализ эффективности современных методов лечения бруксизма [2].

Классификация и характеристика современных методов лечения

Современная стратегия ведения пациентов с бруксизмом основывается на междисциплинарном взаимодействии и подразделяется на несколько основных направлений [3]:

1. Стоматологическая протективная и окклюзионная терапия.
2. Поведенческая терапия и психокоррекция.
3. Фармакологическая коррекция и ботулинотерапия.
4. Управление сопутствующими соматическими и сомнологическими расстройствами.

Применение индивидуальных окклюзионных шин (капп) остается «золотым стандартом» паллиативной и защитной стоматологической помощи.

Жёсткие стабилизационные акриловые шины (выполняемые чаще на верхний или нижний зубной ряд) обеспечивают равномерное распределение окклюзионной нагрузки, защищают эмаль, реставрации и имплантаты от перегрузки [3].

Важно отметить, что шинирование выполняет преимущественно защитную функцию, снижая разрушительное механическое воздействие, однако само по себе не способно полностью устранить центральные механизмы мышечной гиперактивности [4].

Инвазивные методы коррекции прикуса (избирательное пришлифовывание, ортодонтическое лечение) применяются строго по показаниям, так как изолированная окклюзионная коррекция не является методом первого выбора для лечения центральных форм бруксизма [4].

Поведенческие подходы критически важны для пациентов с дневным бруксизмом («кламперов», удерживающих зубы сжатыми) [4].

Методика включает осознанный контроль положения челюстей по принципу «губы вместе — зубы раздельно», использование визуальных напоминаний и таймеров [5].

Эффективным инструментом являются методы биологической обратной связи (наушники или браслеты с электромиографическим датчиком), которые сигнализируют пациенту о непроизвольном напряжении мышц, позволяя вырабатывать рефлекс расслабления [5].

Когнитивно-поведенческая терапия (КПТ) и методы управления стрессом достоверно снижают уровень тревожности, которая выступает мощным триггером мышечного спазма [5].

Инъекции ботулинического нейротоксина типа А в жевательные (*musculus masseter*) и височные (*musculus temporalis*) мышцы заслужили признание при лечении тяжелых, резистентных форм бруксизма и сочетанной патологии ВНЧС. Локальное введение препарата приводит

к временному дозированному ослаблению мышечной гиперактивности, купированию болевого синдрома и уменьшению гипертрофии мышц. Клинический эффект сохраняется в среднем от 3 до 6 месяцев, после чего требуется повторная процедура [5, 6].

Системная медикаментозная терапия (миорелаксанты, препараты магния, витамины группы В) используется короткими курсами для купирования острых фаз болевого синдрома. В отдельных случаях при выраженных психоэмоциональных расстройствах неврологами могут назначаться специфические фармакологические средства, однако их применение требует тщательного контроля из-за риска лекарственного бруксизма [5, 6].

В последних клинических исследованиях подчеркивается тесная патогенетическая связь между ночным бруксизмом, синдромом обструктивного апноэ сна (СОАС) и гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ) [6]. Эпизод ночного апноэ или кислотного рефлюкса вызывает микропробуждение организма, которое сопровождается рефлекторным сокращением жевательной мускулатуры

для восстановления проходимости дыхательных путей. В таких клинических ситуациях изолированное использование капн не решает проблему: первоочередной задачей является совместное ведение пациента с сомнологом и гастроэнтерологом (например, применение СРАР-терапии или позиционной коррекции), что приводит к естественному снижению частоты эпизодов бруксизма [6].

Заключение

Лечение бруксизма требует комплексного и персонализированного подхода, выходящего далеко за рамки исключительно стоматологических манипуляций. Интеграция защитных окклюзионных шин, методов поведенческой коррекции, ботулинотерапии, а также своевременная диагностика коморбидных расстройств сна (СОАС, ГЭРБ) позволяют эффективно контролировать симптомы заболевания, защищать зубочелюстную систему от разрушения и существенно повышать качество жизни пациентов.

Литература:

1. Бруксизм: определение, причины возникновения, методы лечения. — Текст: электронный // Улыбнись: [сайт]. — URL: <https://co-ulybnis.ru/articles/bruksizm/> (дата обращения: 07.10.2026).
2. Бруксизм — виды, причины, симптомы, методы лечения. — Текст: электронный // Стоматология Левобережная: [сайт]. — URL: <https://lstom.ru/articles/bruksizm/> (дата обращения: 07.10.2026).
3. Лечение бруксизма, диагностика, профилактика. — Текст: электронный // Дентум Стоматология: [сайт]. — URL: <https://dentumclinic.ru/uslugi/lechenie-bruksizma-diagnostika-profilaktika> (дата обращения: 07.10.2026).
4. Гелло, И. А. Бруксизм / И. А. Гелло. — Текст: электронный // implantolog-fedorov: [сайт]. — URL: <https://implantolog-fedorov.ru/zhurnal/bruksizm> (дата обращения: 07.10.2026).
5. Bruxism Management. — Текст: непосредственный // StatPearls [Internet]. — Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
6. Manfredini, D. Current Treatments of Bruxism / D. Manfredini, F. Lobbezoo. — Текст: непосредственный // PMC (US National Institutes of Health). — 2016. — № PMC4761372.

Патогенез злокачественной артериальной гипертензии

Жезлова Доминика Эрнестовна, студент;

Лущик Анна Ивановна, студент

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

В статье с позиций патологической физиологии систематизированы современные данные о механизмах развития злокачественной артериальной гипертензии (ЗАГ). Показано, что ЗАГ представляет собой не просто следствие высоких цифр артериального давления, а клинико-патологический синдром, в основе которого лежит сочетание локальной активации ренин-ангиотензиновой системы на молекулярном уровне и истощения компенсаторных возможностей микроциркуляторного русла. Проанализированы морфологические варианты сосудистого повреждения — фибриноидный некроз. Особое внимание уделено роли почки как центрального органа-мишени и источника локальной ренин-ангиотензиновой системы. Обоснован вывод о гетерогенности патогенетических вариантов ЗАГ и необходимости дифференцированного терапевтического подхода.

Ключевые слова: злокачественная артериальная гипертензия, ренин-ангиотензин-альдостероновая система, микроциркуляция, фибриноидный некроз, гипертонический криз, нефросклероз.

Pathogenesis of malignant arterial hypertension

The article systematizes current data on the mechanisms of malignant arterial hypertension (MAH) development from the standpoint of pathophysiology. It is shown that MAH is not merely a consequence of high blood pressure values, but a clinical and pathological syndrome based on a combination of local activation of the renin-angiotensin system at the molecular level and depletion of the compensatory capacity of the microcirculatory bed. Morphological variants of vascular damage — fibrinoid necrosis — are analyzed. Particular attention is paid to the role of the kidney as the central target organ and the source of the local renin-angiotensin system. The conclusion is substantiated regarding the heterogeneity of pathogenetic variants of MAH and the necessity of a differentiated therapeutic approach.

Keywords: malignant arterial hypertension, renin-angiotensin-aldosterone system, microcirculation, fibrinoid necrosis, hypertensive crisis, nephrosclerosis.

Введение

Артериальной гипертонией, называемой также артериальной гипертензией (АГ), страдает множество людей. АГ является ведущим фактором риска развития сердечно-сосудистых (ишемической болезни сердца, сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий и ряда др. патологий), почечных (хронической болезни почек), цереброваскулярных (когнитивной дисфункции, инсульта, транзиторной ишемической атаки) заболеваний и болезней периферических артерий. Доказано, что повышенное АД является ведущим фактором риска преждевременной смерти, так как зачастую носит внезапный характер с резкими осложнениями. Факторами риска развития АГ являются нарушения углеводного и жирового обменов, ожирение, заболевания почек, кардиоваскулярной системы, эндокринопатии, дефицит магния и избыточное потребление натрия, хронический стресс, возраст. Научно доказаны и генетические аспекты формирования АГ, такие как генетически детерминированные нарушения структуры и функции мембран клеток как возбудимого, так и невозбудимого типа в отношении транспорта Na^+ и Ca^{2+} , нарушение экспрессии генов, контролирующих выработку прессорных и депрессорных факторов и др.

Особо пристальное внимание со стороны кардиологов уделяется ЗАГ, характеризующейся резким повышением систолического и особенно диастолического артериального давления. На сегодняшний день, злокачественная артериальная гипертензия остаётся одной из наиболее опасных форм гипертонической болезни, несмотря на значительный прогресс в понимании её механизмов.

Термин «злокачественная» был введён в клиническую практику в начале XX века Фольгардом и Фаром, которые описали сочетание резко повышенного артериального давления с быстро прогрессирующей почечной недостаточностью, фибриноидным некрозом артериол и отёком диска зрительного нерва. Часто прогноз при ЗАГ неблагоприятный. [8]

В соответствии с рекомендациями Американской кардиологической ассоциации (АНА, 2024), состояния, ранее обозначавшиеся как «злокачественная» или «акселерированная» гипертензия, объединены в категорию гипер-

тонического криза с поражением органов-мишеней (hypertensive emergency). Ключевым критерием служит не абсолютный уровень артериального давления, а наличие прогрессирующего повреждения органов.

Особого внимания заслуживает тот факт, что уровень артериального давления сам по себе не коррелирует с тяжестью органных поражений. Пациенты с сопоставимыми цифрами АД могут демонстрировать принципиально разное течение — от стабильной гипертензии до быстро прогрессирующего злокачественного процесса. Именно поэтому риск повреждения органов-мишеней зависит как от абсолютного уровня АД, так и от скорости его повышения. Этот клинический парадокс указывает на существование механизмов, выходящих за рамки простой механической перегрузки сосудистого русла.

Цель настоящей работы — систематизировать современные данные о патогенезе ЗАГ, выделив ключевые звенья, объясняющие переход от обычной гипертензии к злокачественному течению.

Обсуждение результатов

Анализ литературных данных по теме изучения механизмов развития ЗАГ показал, что еще в 1976 году Гисом была сформулирована триада патогенеза: выраженная гипертензия — активация РААС — быстро прогрессирующее некротическое поражение артериол. Принципиально важным было указание на то, что решающим фактором является не сама гипертензия, а сопутствующая гуморальная активация систем. [1]

Дальнейшее развитие эта идея получила в работах Флеминга (2000), который на основе анализа данных трансгенных животных выдвинул гипотезу о локальной (паракринной) РААС как ключевом звене сосудистого повреждения. Согласно этой модели, внутривисцеральная продукция ангиотензина II в сочетании с повышенным давлением в микроциркуляторном русле создаёт тот повреждающий эффект, который не удаётся

В научных трудах Гис отметил важный нюанс: ренин способен индуцировать сосудистые поражения, но гиперсекреция ренина не является обязательным условием для развития гипертонического артериолонекроза, она лишь

усиливает уже начавшуюся ЗАГ. Это наблюдение указывает на возможность автономной работы локальных тканевых систем.

Исследования в области молекулярной биологии и медицины показали, что ведущим фактором, ответственным за регуляцию сосудистого повреждения, вызванного гипертензией, является ядерный фактор NF-κB. Данный транскрипционный фактор регулирует экспрессию провоспалительных цитокинов и молекул адгезии. Важное значение в активации NF-κB играют свободные радикалы, образующиеся при оксидативном стрессе, ангиотензин II, а также сигналы клеточного повреждения. Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что внутрипочечная продукция ангиотензина II может инициировать каскад повреждения даже при нормальном уровне циркулирующего ренина. Именно локальная активация РААС объясняет, почему далеко не у всех пациентов с одинаковым уровнем АД развивается ЗАГ. Систематизация литературных данных позволила установить тот факт, что при АГ, вызванной хроническим стрессом, наблюдается высвобождение внеклеточный Hsp70 (одного из белков теплового шока), который может действовать как сигнал повреждения, усиливая воспаление через рецепторы TLR2/4 [7]

Также при развитии ЗАГ одновременно с активацией ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и симпатoadреналовой системы наблюдается угнетение депрессорных механизмов — снижение синтеза почечных простагландинов E, K, простагландинов и брадикинина, что создает предпосылки для задержки натрия и гипокалиемии. Эта противоречивость является фактором «озлокачествления» течения АГ.

Следует отметить, что в молодом возрасте наиболее часто встречается вазоренальная гипертензия. Снижение перфузионного давления в почечной артерии при стенозе приводит к неадекватному растяжению приводящей артериолы почечного клубочка. В ответ на это происходит активация юстагломерулярного аппарата (ЮГА) и повышается выделение ренина в кровь [6]. Ренин взаимодействует с ангиотензиногеном, образуя неактивный ангиотензин I, который под действием ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) переходит в активный вазопрессор — ангиотензин II. Последний оказывает мощное вазоконстрикторное действие на периферическое русло, повышая общее периферическое сопротивление. Кроме того, ангиотензин II стимулирует секрецию альдостерона корой надпочечников, что ведет к задержке натрия и воды, увеличению объема циркулирующей крови (ОЦК) и, как следствие, к дальнейшему росту АД, формируя «порочный круг» [6].

Одним из наиболее значимых достижений последних лет стало понимание роли микроциркуляторного русла в определении исхода гипертензии. Ключевой вопрос: почему при одинаковом уровне АД у одного пациента развивается злокачественное течение, а у другого — нет?

Экспериментальные данные Аманн и соавторов дают ответ на этот вопрос. В модели реноваскулярной гипер-

тензии у крыс (двухпочечная, одноклапчатая модель) животные были разделены на «злокачественную» и «незлокачественную» группы по степени падения массы тела и количеству характерных сосудистых поражений.

Результаты показали, что среднее АД в обеих группах было одинаковым, однако в злокачественной группе наблюдались принципиальные различия:

- уровень ренина и альдостерона плазмы был значительно выше;
- экспрессия ингибитора активатора плазминогена-1 (PAI-1) была повышена в 36 раз (против 14 раз в незлокачественной группе);
- площадь врастания грануляционной ткани была меньше;
- число капилляров и пролиферирующих эндотелиальных клеток в почках и левом желудочке было значительно ниже [9]

Эти данные позволяют сформулировать ключевой вывод: злокачественная гипертензия — это не столько следствие более высокого давления, сколько результат неспособности микроциркуляторного русла адаптироваться к повышенной нагрузке. Отличительными признаками являются наличие миоинтимальной пролиферации артериол и фибриноидный некроз. Вследствие этого наблюдается утолщение эндотелия, выход фибрина наружу делает стенки сосудов слабее.

Фибриноидный некроз локализуется преимущественно в мелких артериях и артериолах. Суть процесса — проникновение плазменных макромолекул через стенку сосуда с последующим отложением фибрина. Этот процесс необратим: погибшие артериолы замещаются соединительной тканью. Именно поэтому ЗАГ так быстро приводит к почечной недостаточности — почка теряет не просто функцию, а структурную основу для её восстановления. У пожилых больных наиболее частой причиной реноваскулярной АГ с резистентным к гипотензивной терапии течением является атеросклероз аорты и почечных артерий.

Взаимодействие макро- и микроциркуляторного уровней создает синергетический эффект: крупные сосуды создают высокое давление, а микрососуды не могут ему противостоять и разрушаются. Это объясняет, почему ЗАГ так быстро приводит к полиорганной недостаточности — страдают все органы, имеющие микроциркуляторное русло, а таких органов большинство.

Почка при ЗАГ выполняет двойственную роль: она одновременно страдает от ишемии и некроза артериол (злокачественный нефросклероз) и сама становится источником ренина, замыкая порочный круг. Отмечается гиперфункция юстагломерулярного аппарата как адаптивного механизма, превращающегося в патологический. Патогенез почечных АГ представлен нарушением ренин-ангиотензин-альдостеронового механизма регуляции АД, а также снижением депрессорной функции почек.

Гистологически выделяют два типа почечного поражения:

1. Ишемический тип — фибриноидный некроз артериол, коллапс клубочков, атрофия канальцев;

2. Тромботический тип — тромбы в клубочковых капиллярах, выраженная эндотелиальная дисфункция.

Разграничение этих вариантов имеет принципиальное клиническое значение: тромботический тип требует патогенетически направленной терапии (в частности, комPLEMENT-ингибирующей), а не только снижения АД.

Лечение ЗАГ требует комплексного мультидисциплинарного подхода с участием кардиолога, нефролога и сосудистого хирурга. У данных пациентов как правило доминируют нефрогенные и вазоренальные причины.

Заключение

Проведённый анализ статей по данной тематике позволяет сформулировать следующие выводы:

Литература:

1. Giese J. The renin—angiotensin system and the pathogenesis of vascular disease in malignant hypertension // *Clinical Science and Molecular Medicine*. — 1976. — Vol. 51, Suppl. 3. — P. 19s–21s. — DOI: 10.1042/cs051019s — URL: [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(73\)90133-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(73)90133-2)
2. Fleming S. Malignant hypertension: the role of the local renin-angiotensin system // *Histopathology*. — 2000. — Vol. 192, № 2. — P. 135–139.
3. Praga M., Caravaca-Fontan F., Cervero T., et al. Severe hypertension with thrombotic microangiopathy: the need for pathogenically targeted treatments // *Kidney International*. — 2026. — Vol. 109, № 2. — P. 297–308.
4. Bress A. P., Anderson T. S., Flack J. M., et al. The Management of Elevated Blood Pressure in the Acute Care Setting: A Scientific Statement From the American Heart Association // *Hypertension*. — 2024. — Vol. 81, № 8. — P. e94–e106. — DOI: 10.1161/HYP.0000000000000238.
5. Литвицкий П. Ф. Нарушения регионального кровотока и микроциркуляции // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. — 2020. — Т. 19, № 1. — С. 82–92.
6. Антропова О. Н., Медведева К. А. Злокачественная артериальная гипертензия: современные представления о патогенезе, критериях диагностики и лечении // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. — 2025. Т 24, № 3. С. 111–117.
7. Борукаева И. Х., Ашагре С. М., Абазова З.Х., Шахумов К. Ю. Патогенетические основы противовоспалительного эффекта интервальной гипокситерапии, энтеральной оксигенотерапии и гиперкапнии при гипертонической болезни // *Современные проблемы науки и образования*. — 2025., № 6. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=34353>. DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.34353>.
8. Shantsila A., Lip G. Y. H. Malignant hypertension revisited — does this still exist? // *American Journal of Hypertension*. — 2017. — Vol. 30, № 6. — P. 543–549.
9. Hartner A., Jagusch L., Cordasic N., Amann K., Veelken R., Jacobi J., Hilgers K. F. Нарушение неоваскуляризации и снижение капиллярного обеспечения при злокачественном и незлокачественном течении экспериментальной реноваскулярной гипертензии // *Frontiers in Physiology*. — 2016. — Т. 7. — С. 370. — DOI: 10.3389/fphys.2016.00370. — URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00370>

1. Злокачественная артериальная гипертензия представляет собой клинико-патологический синдром, в основе которого лежит сочетание локальной активации РААС и истощения компенсаторных возможностей микроциркуляторного русла.

2. Уровень артериального давления сам по себе не является определяющим фактором развития злокачественного течения. Ключевую роль играет состояние микроциркуляции и локальных гуморальных систем.

3. Почка выступает центральным органом-мишенью, одновременно страдая от ишемического повреждения и поддерживая патологический процесс через продукцию ренина.

4. Терапевтические стратегии при ЗАГ должны учитывать гетерогенность механизмов: при тромботическом фенотипе требуется дополнительное воздействие на систему комплемента и коагуляции, а не только блокада РААС.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Температура и влажность как факторы, влияющие на секрецию нектара змееголовника молдавского

Тришина Ольга Николаевна, научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства» (г. Рыбное, Рязанская обл.)

В данной научной статье приводятся результаты исследования влияния температуры и влажности воздуха на объем выделяемого нектара медоносной культурой змееголовником молдавским.

Ключевые слова: змееголовник молдавский, температура, влажность, нектарность.

Змееголовник молдавский — однолетнее эфиромасличное и медоносное растение семейства Яснотковые. Высотой около 40–70 см. Имеет четырехгранный стебель, листья простые супротивные, по краям зазубренные.

Цветки могут иметь как сине-фиолетовый, так и белый цвет. Если сравнивать нектаропроодуктивность, то белые цветки более продуктивны. Цветение змееголовника приходится на июль–сентябрь. Выделение нектара происходит в большом количестве: за одни сутки синий цветок выделяет до 0,8 мг сахара, а белый до 1,1 мг. Нектарная продуктивность составляет порядка 500–600 кг/га [1, с. 55], [2, с. 65]. На протяжении всего дня пчелы активно трудятся на его посевах.

Змееголовник по праву считается ценным медоносным растением. Он выделяет нектар даже в неидеальную погоду и продолжает цвести в августе–сентябре, когда других сильных медоносов уже мало. Применяется также в кулинарии и пищевой промышленности: как пряность для салатов, супов; для ароматизации напитков; в пищевой промышленности эфирное масло змееголовника применяют для ароматизации продуктов и напитков. Следует отметить, что эфирное масло змееголовника обладает антисептическим, лёгким слабительным и спазмолитическим действием, что позволяет подавлять развитие патогенных грибов. А главное, что все микроорганизмы не вырабатывают к нему устойчивости даже при достаточно длительном контакте. Более того, было отмечено особое благоприятное воздействие змееголовника при некоторых воспалительных гинекологических заболеваниях и дисфункциях. Активно используется в декоративном озеленении — на альпийских горках, в бордюрах. Растение неприхотливо, привлекает опылителей и приятно пахнет.

Неприхотлив и растет почти на всех видах почвы. Но больше ему подходят плотные суглинистые или черноземы с значительным количеством перегноя [3, с. 38]. Любит открытые солнечные участки. В тени аромат и аккумуляция эфирных масел будут слабее.

Размножается змееголовник в основном семенами. Этот способ является самым надежным. Посев производится в открытый грунт весной, почва должна прогреться до 10–12 °С, когда заморозки уже прошли. Возможен и подзимний посев — в октябре.

Так как семена очень мелкие, их не стоит сажать глубоко — около 1–2 см.

При рядовом посеве между рядами оставляют около 30–40 см. Всходы обычно появляются через 10–15 дней. Также возможен рассадный способ. В этом случае цветение начнется раньше. Сеют семена в конце марта — начале апреля в рассадные ёмкости, а в грунт высаживают в мае. Всхожесть семян сохраняется 2–3 года.

Ценность змееголовника заключается еще в том, что он продолжает выделять нектар даже в прохладную погоду. Мед светлый, почти прозрачный. Хорошо чувствуется свежая, чуть мятная нота с лёгким лимонным оттенком. Вкус приятно-сладкий, с тонким травянистым послевкусием.

Оптимальными условиями для нектаровыделения змееголовника молдавского — это температур воздуха 20–25 °С и относительная влажность в диапазоне 60–70 %. При таких условиях нектар имеет безупречную консистенцию: не слишком жидкий и не слишком густой, это очень удобно для пчёл. При более высокой или, наоборот, низкой температуре и влажности секреция нектара значительно падает.

В 2026 году мы решили провести исследование с целью определить при какой температуре и влажности воздуха происходит наибольшее выделение нектара змееголовником молдавским. Пробы с цветков брали в течение дня 29 июля: в

8:00, 10:00 и 12:00. За сутки до этого повесили марлевые изоляторы на соцветия, чтобы исключить влияние насекомых-хотыпителей и других внешних факторов — и получить достоверные данные о естественной нектаропродуктивности растения. Далее применялся метод смывания для определения нектарности цветков. Определение редуцирующих сахаров в полученных пробах осуществлялось в лаборатории с помощью микрометода Хагедорн-Йенсена. Полученные результаты отображены в таблице 1.

Таблица 1. Нектарность змееголовника в зависимости от температуры и влажности воздуха

Культура	Время взятия проб	Температура	Влажность	Мг сахара на 1 цветок в сутки
Змееголовник молдавский	8:00	17 °С	82	0,57
	10:00	17 °С	92	0,72
	12:00	18 °С	75	0,83

В таблице 1 показаны результаты взятия проб с цветков при различной температуре и влажности воздуха. Наибольшее нектаровыделение цветками происходило в обеденное время, при температуре = 18 °С и влажности= 75 %. Наименьшая в 8:00, при t= 17 °С влажности= 82 %. В 10:00 сахар повысился на 26,31 % по сравнению с ранним утром.

Таблица 2. Нектаропродуктивность змееголовника молдавского в 2026 году

Культура	Время взятия проб	Температура	Влажность	Кг/га
Змееголовник молдавский	8:00	17 °С	82	349,9
	10:00	17 °С	92	442,1
	12:00	18 °С	75	509,6

Максимальная нектарная продуктивность — 509,6 кг получена в 12:00, при температуре 18 °С и влажности= 75 %; минимальная — 349,9 кг/га в 8:00, при температуре 17 °С влажности= 82 %. В 10:00 нектаропродуктивность цветков составила 442,1 кг/га.

Данное научное исследование наглядно показало нам, что в течение всего светового дня змееголовник активно выделял нектар. Однако наиболее благоприятными условиями для максимальной секреции нектара показала себя t= 18 °С и влажность воздуха = 75 %.

Литература:

1. Справочник медоносных растений Центральных регионов России и Южного Урала / Н. И. Кривцов, А. П. Савин, А. М. Ишемгулов; Гос. учреждение «Башк. науч.-исследоват. центр по пчеловодству и апитерапии». — Рыбное: ГНУ НИИ пчеловодства Россельхозакадемии, 2005.
2. Богомолов К. В. Атлас медоносов пчеловода-практика: Справочное издание — Рязань: Издательство Рязанская областная типография, 2012. — 80 с.
3. Савин А. П., Докукин Ю. В. Технология возделывания основных медоносных культур.- Рязань: Издательство «Рязоблтипография».- 2010. — 111 с.

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 41 (644) / 2026

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.

Номер подписан в печать 21.10.2026. Дата выхода в свет: 28.10.2026.

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

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

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.