

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

Исследования. Инновации. Практика

№5(10), Декабрь 2023

Peer-reviewed scientific journal
«Research. Innovation. Practice»
December 2023, №5(10)



Самара, 2023

T33

Рецензируемый научный журнал «Исследования. Инновации. Практика» №5(10), Декабрь 2023 - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022 - 80 с.

doi журнала: 10.18411/iip

doi номера: 10.18411/iip-12-2023

Исследования. Инновации. Практика - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – 6 раз в год. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в журнале, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

© Scientific center "LJournal"
© The university of additional
professional education

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернопятов Александр Михайлович

Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, доцент

Малышкина Елена Владимировна

Кандидат исторических наук

Кириллова Елена Анатольевна

Кандидат юридических наук

Ильященко Дмитрий Павлович

Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна

Доктор экономических наук, Доцент

Андреева Ольга Николаевна

Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы

Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич

Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна

Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна

Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна

Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна

Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна

Кандидат юридических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич

Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна

Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна

Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович

Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна

Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович

Доктор биологических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы
Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович
Кандидат химических наук, Доцент

Теплухин Владимир Клавдиевич
Доктор технических наук, Профессор

Шамутдинов Айдар Харисович
Кандидат технических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна
Кандидат экономических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович
Доктор технических наук, Профессор

Хачатурова Карине Робертовна
Кандидат педагогических наук

Гуткевич Елена Владимировна
Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинарьевич
Доктор медицинских наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич
Кандидат сельскохозяйственных наук

Аиранов Баходурджон Пулотович
Кандидат филологических наук, Доцент

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	6
Гусева М.В. Разработка обобщенной методики капитального ремонта магистральных нефтепроводов.....	6
РАЗДЕЛ II. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	11
Цой Ю.И., Блинов А.К. К вопросу о смачиваемости древесины разных пород	11
Цой Ю.И., Блинов А.К. Энергетические характеристики древесины разных пород	13
РАЗДЕЛ III. БИОТЕХНОЛОГИЯ	17
Сумкина Т.П., Думченко Н.Б., Нечаева Е.А. Оптимизация технологии производства сухих стерильных питательных сред для культур клеток и оценка ростовых свойств на клеточных культурах Vero, L-68 и Нер-2	17
РАЗДЕЛ IV. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	22
Емельянова В.Г., Колзунова Л.Г., Щитовская Е.В. Электрохимическое формирование и фотокаталитические свойства композитов полимер/наночастицы золота и диоксида титана ..	22
Штельмах С.И. Рентгенофлуоресцентное определение концентраций токсичных элементов в биологических объектах.....	26
РАЗДЕЛ V. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	35
Солодкова Е.Г., Балалин С.В., Сibaкин Д.Д. Применение программного обеспечения для оценки биомеханических свойств роговицы у пациентов с кератоконусом до и после кросслинкинга роговичного коллагена.....	35
Орлина М.А., Зимина Е.А., Наджафов Х.А., Боровская Е.И., Малёнкина Т.О. Липополисахарид: эндотоксин или экзогенный гормон?	38
Петров В.А., Жукова О.В., Волнухин В.А., Трошина Е.А., Юкина М.Ю., Нуралиева Н.Ф., Торчинский Н.В. Аутоиммунный тиреоидит у больных витилиго с поздним началом заболевания.....	41
Сагдатова А.А., Власова Н.А., Загидуллин Ш.З., Загидуллин Н.Ш. Развитие колоректального рака при язвенном колите.....	45
Солодкова Е.Г., Балалин С.В., Сibaкин Д.Д. Применение программного обеспечения для анализа биомеханических свойств роговицы у пациентов с кератоконусом и у здоровых лиц	50
Трифанов Р.С., Барышева О. Ю., Варламова Д.Д., Тимофеева В.А., Смирнова Д. «Особенности поражения коронарных артерий у пациентов терминальной хронической болезнью почек 5д стадии по данным карельского регистра».....	53
РАЗДЕЛ VI. НАУКИ О ЗЕМЛЕ	56
Янова М.В. Гидрографическая сеть Республики Калмыкия в современной историографии ДЗЗ: особенности и перспективы (из опыта работы БНУ РК «ИКИАТ»)	56
РАЗДЕЛ VII. АГРОНОМИЯ	73
Крашенинников М.С. Дератизационная система защиты сельскохозяйственных земель	73

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гусева М.В.

Разработка обобщенной методики капитального ремонта магистральных нефтепроводов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/iip-12-2023-01

Научный руководитель: Бражников М.А.

Аннотация

В связи с увеличением потребности в транспорте нефти и нефтепродуктов до мест реализации и переработки, образуется необходимость в оптимальном и эффективном использовании систем транспорта нефти и нефтепродуктов.

Одним из наиболее актуальных вопросов в направлении нефтегазового комплекса в 2023 году является повышение надежности, эффективности и сокращение времени остановок нефтепроводов, с целью бесперебойной поставки нефтепродукта. Ежегодно объёмы и спрос на перекачку нефти и нефтепродуктов растут, увеличивается и протяженность транспортных систем. В связи с этим риск возникновения аварий, несчастных случаев, образования дефектов и несанкционированных врезок возрастает.

Таким образом, появляется необходимость в изучении и совершенствовании методов подготовки и проведения ремонта магистральных нефтепроводов, с целью уменьшения экономических затрат и остановок магистральных нефтепроводов, а также увеличения эффективности и безопасности системы транспорта нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: ремонт магистральных нефтепроводов, системы ремонта, методы капитального ремонта нефтепровода, внутритрубная диагностика.

Abstract

Due to the increasing need for transportation of oil and petroleum products to places of sale and processing, there is a need for optimal and efficient use of oil and petroleum products transport systems.

One of the most pressing issues in the direction of the oil and gas complex in 2023 is increasing reliability, efficiency and reducing the time of oil pipeline shutdowns, with the aim of uninterrupted supply of petroleum products. Every year, the volumes and demand for pumping oil and petroleum products are growing, and the length of transport systems is also increasing. In this regard, the risk of accidents, accidents, defects and unauthorized connections increases.

Thus, there is a need to study and improve methods for preparing and carrying out repairs of main oil pipelines, in order to reduce economic costs and shutdowns of main oil pipelines, as well as increase the efficiency and safety of the oil and petroleum products transport system.

Keywords: repair of main oil pipelines, repair systems, methods of major oil pipeline repairs, in-pipe diagnostics.

Диагностика магистрального трубопровода является сбором и анализом информации о его техническом состоянии с целью выявления неисправностей и прогнозирования возможных последствий. Процесс включает в себя следующие этапы [1]:

- обнаружение дефектов напрямую на трубопроводе;
- проверка изменения положения нефтепровода и его напряженно-деформированного состояния;
- оценка защищенности от коррозии;

- контроль технологических параметров транспорта продуктов;
- анализ воздействия трубопровода на мерзлоту и гидрологию трассы, а также экологический мониторинг;
- оценка результатов испытаний и диагностики;
- определение работоспособности трубопровода и прогноз его срока службы.

Своевременное выявление дефектов помогает предотвратить возникновение аварийных ситуаций. Существует несколько методов определения технического состояния трубопровода. Из них наиболее эффективным признается метод внутритрубной дефектоскопии, который позволяет обнаружить коррозионные повреждения, механические повреждения и отклонения от строительных норм. Главное преимущество этого метода заключается в возможности проводить его без остановки процесса транспортировки газо- или нефтепродукта по трубопроводу. «Неразрушающий контроль» – это контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или его элементов/узлов, который не требует вывода объекта из эксплуатации или его демонтажа.

Наибольшее применение получили такие методы неразрушающего контроля, как магнитные, акустические, электрические и оптические. В свою очередь, Акционерное общество «Транснефть – Диаскан» занимается предотвращением аварий на нефтепроводах. Компания ранее называлась открытым акционерным обществом «Центр технической диагностики». Для диагностики линейной части магистрального нефтепровода, имеющего большую протяженность, применяется наиболее технологичный метод - использование внутритрубных устройств. Работы по внутритрубной диагностике включают в себя пропуск скребка-калибра для определения минимального проходного сечения трубопровода перед использованием профилемера, пропуск шаблона-профилемера для участков первичного обследования с целью предотвращения повреждений профилемера, пропуск профилемера для контроля проходного сечения трубопровода и определения глубины вмятин, пропуск очистных скребков для удаления отложений и посторонних предметов, а также пропуск дефектоскопа [2].

Обобщенная методика капитального ремонта магистральных нефтепроводов на основе внутритрубной диагностики осуществляется следующими приборами [3]:

- многоканальные профилемеры ПРН;
- внутритрубные приборы для определения положения трубопровода (ОПТ);
- ультразвуковые дефектоскопы серии УСК (WM);
- магнитные дефектоскопы серии МСК (MFL);
- магнитные дефектоскопы серии МСК (TFI);
- комбинированные магнитные дефектоскопы (MFL+TFI);
- комбинированные магнитно-ультразвуковые дефектоскопы (MFL+WM+CD);
- ультразвуковые дефектоскопы для многоакурсного исследования стенки трубопровода;
- дефектоскопы для выявления отслоений изоляционного покрытия трубопроводов серии ОДП.

Преимущества внутритрубных приборов-дефектоскопов:

1. Высокая точность обнаружения дефектов всех типов, их местоположения, размеров и формы как на внутренней, так и на внешней поверхности трубопровода с применением магнитных методов.
2. Возможность диагностики протяженных участков трубопровода до 300 км.
3. Высокая степень автоматизации и автономность.
4. Возможность проведения контроля без остановки эксплуатации диагностируемого трубопровода.
5. Возможность диагностирования без необходимости шурфования.
6. Сохранение неизменной подачи трубопровода.

7. Отслеживание конкретного местоположения снаряда-дефектоскопа в процессе мониторинга.
8. Сохранение параметров надежности трубопровода благодаря использованию неразрушающих методов контроля.

Недостатки внутритрубных дефектоскопов:

1. Ограниченный спектр диагностируемых трубопроводов из-за необходимости оборудования трубопроводов камерами пуска и приема средств очистки и диагностики.
2. Высокие требования к предварительной подготовке внутренней поверхности трубопровода перед проведением контроля, включая высокую степень очистки.
3. Необходимость исправления дефектов геометрии трубопровода и открытия линейной арматуры на 100% проходное сечение для обеспечения беспрепятственного прохождения внутритрубного снаряда-дефектоскопа.
4. Низкая проходимость на участках сложной геометрии трубопровода.
5. Необходимость поддержания определенного давления в трубопроводе для обеспечения движения снаряда-дефектоскопа с заданной скоростью.
6. Длительная и трудоемкая расшифровка данных после проведения диагностики.

Типовой технический отчет по результатам внутритрубной дефектоскопии должен содержать следующую информацию:

1. Общая информация об обследовании.
2. Данные о работе профилеомера.
3. Данные о работе видеоинспекционной системы (ВИС).
4. Данные о реперных точках, элементах обустройства и конструктивных особенностях диагностируемого участка.
5. Трубный журнал.
6. Таблица результатов дефектоскопии.
7. Масштабная схема.
8. Статистическое представление результатов дефектоскопии.

На основе инструкции в программном пакете «ОРТИМ» создана функциональная система, работающая в операционной среде Windows, для решения задачи максимизации общего числа отремонтированных потенциально опасных дефектов в магистральных нефтепроводах при фиксированной сумме затрат на их ремонт. Структура программы включает в себя меню с пунктами «Участок» и «Выход». Пункт «Участок» содержит подпункты «Участок 1», «Участок 2», «Участок 3», «Участок 4», «Участок 5» и «Новый участок». При выборе соответствующих подпунктов производится оптимизация капремонта с заданными параметрами трубопровода.

В подпункте «Новый участок» пользователь может провести оптимизацию капремонта, вводя свои значения параметров и цен на ремонт. Решение оптимизационной задачи выдается в графическом виде, а именно - в виде диаграмм распределения удельного числа (числа дефектов на единицу длины участка) опасных и потенциально опасных дефектов по ремонтным участкам нефтепровода.

На основе разработанных алгоритмов был создан программный комплекс, который был реализован при подготовке плана капитального ремонта в ПАО «Транснефть» на нефтепроводе «Сковородино – Мохэ». Он является одним из самых значимых инфраструктурных проектов в сфере нефтегазовой промышленности. Этот масштабный проект осуществляется с целью обеспечения надежной и эффективной транспортировки нефтепродуктов на территории России и за ее пределами.

Нефтепровод «Сковородино – Мохэ» является частью обширной инфраструктуры, служащей для перевозки нефти. Стартовая точка этого магистрального трубопровода находится в сибирском населенном пункте Сковородино, расположенном в Амурской

области. Отсюда нефтепродукты направляются через трубопроводы, оснащенные передовыми технологиями, на большое расстояние до китайского города Мохэ, где происходит их дальнейшая переработка. Нефтепровод «Сковородино – Мохэ» имеет важное значение не только экономическое, но и геополитическое. Он способствует развитию торгово-экономических отношений между Россией и Китаем, содействуя обмену ресурсами и укреплению дружественных связей между двумя странами. Более того, этот нефтепровод играет важную роль в глобальном энергетическом балансе, обеспечивая надежные поставки нефтепродуктов и содействуя энергетической безопасности.

На рисунках 1, 2 представлены результаты работы комплекса для нефтепровода «Сковородино – Мохэ»:

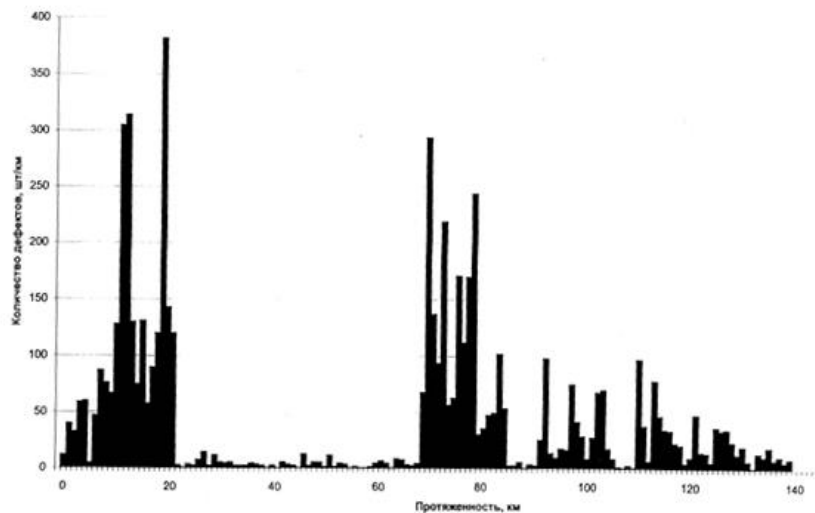


Рисунок 1. Гистограмма распределения по плотности дефектов на участке нефтепровода «Сковородино – Мохэ».

В дальнейшем эти ремонтные участки должны быть рассмотрены с точки зрения включения в план капитального ремонта. Это существенно сужает круг дефектов, нуждающихся в первоочередном ремонте и дает возможность ставить и решать задачу оптимального планирования капитального ремонта.

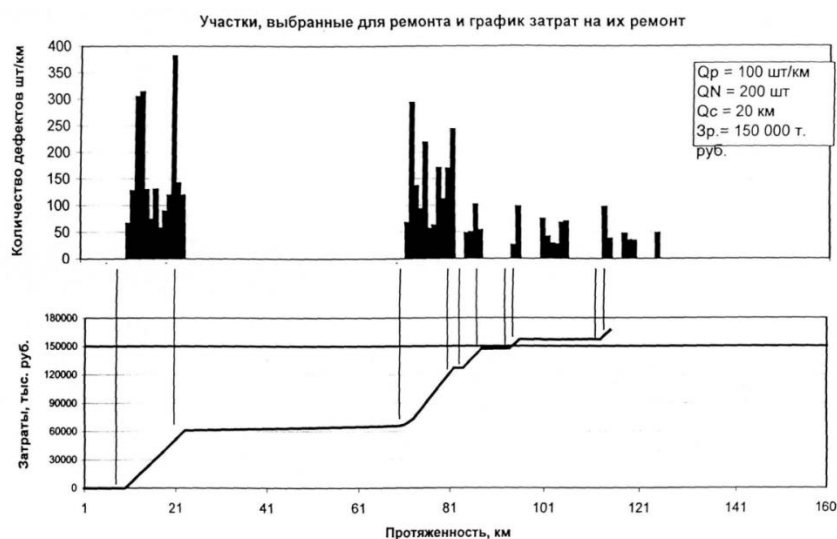


Рисунок 2. Результат решения задачи выбора участков для включения в план капитального ремонта.

Разделение на начальные группы мы выполнили в соответствии с альтернативным подходом пункта 2 последовательности действий алгоритма ISODAT-Mod. Это означает, что

мы опирались на гистограмму плотности дефектов по длине для разделения выборки. В данном случае мы разделили участок нефтепровода на отрезки примерно по 50 метров каждый. Проанализировав нефтепровод вопросом, количество разбиений составило около 3200. На Рисунке 1 представлена гистограмма этого участка нефтепровода. Процедура кластеризации была проведена с шагами следующими параметрами: плотность дефектов в кластере $O_d = 200$, плотность $P = 100$ шт/км, величина компактности $v_c = 20$ км.

Результаты разбиения на линейные объекты показали наличие 11 участков, которые удовлетворяют граничным условиям по плотности, и 8 участков, которые соответствуют условиям по компактности и плотности. В некоторых из этих участков максимальная плотность достигала 380 шт/км. Кроме того, было обнаружено, что в пределах 30-километровой зоны находятся 3 участка с плотностью 100 шт/км. Дальнейшее сравнение затрат на ремонт каждого участка с заданной суммой показало, что в план ремонта могут быть включены 9 из 11 участков. По результатам расчетов, в план капитального ремонта было добавлено 5 новых линейных объектов с средней плотностью дефектов более 100 шт/км (см. Рисунок 2). Включение этих новых участков позволило увеличить количество устраненных дефектов с 1502 до 1628 штук. При этом общие затраты на запланированный объем ремонта не превысили заданное значение.

Приведенные расчеты демонстрируют диапазон изменения плотности дефектов в зависимости от участков нефтепроводов с одной стороны и универсальные возможности предлагаемого метода по компоновке линейных объектов без увеличения затрат на их ремонт.

1. Ахметов, С. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. - Москва: Недра, 2022. - 844 с.
2. Бармин, И. В. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра / И.В. Бармин, И.Д. Кунис. - Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 256 с.
3. Борисович, В. Т. Научная организация и техническое нормирование труда на геологоразведочных работах / В.Т. Борисович. - Москва: Недра, 2021. - 382 с.
4. Голик, В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие / В.И. Голик. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 136 с.
5. Шинкарев, Н. Ф. Специфические магматические ассоциации докембрия и их рудоносность. Учебное пособие / Н.Ф. Шинкарев, С.И. Григорьев, Л.В. Григорьева. - Москва: РОПИ Издательства СПбГУ, 2022. - 853 с.
6. Щуров, В. И. Технология и техника добычи нефти / В.И. Щуров. - Москва: Альянс, 2020. - 512 с.

РАЗДЕЛ II. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цой Ю.И., Блинов А.К.

К вопросу о смачиваемости древесины разных пород

Санкт-Петербургская Государственная
художественно-промышленная
академия им. А.Л. Штиглица
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/iip-12-2023-02

Аннотация

Одним из основных технологических путей повышения эффективности защитно-декоративной отделки мебели из древесины является снижение впитывающей способности подложки, снижение расхода дорогостоящих лакокрасочных материалов. Эту задачу решают в основном эмпирическим подбором различных грунтовочных составов. Некоторые грунтовки имеют и специальные функции: создание желаемого цветового фона под печать текстуры древесины, повышение электропроводности изделий для последующего лакирования в электростатическом поле, для повышения биостойкости древесины и др. Авторами проведены исследования по оценке смачиваемости грунтованных поверхностей древесины разных пород на основе определения косинуса краевого угла смачивания.

Ключевые слова: отделка мебели, грунтовочный состав, угол смачивания, косинус краевого угла, хвойные, лиственные породы древесины.

Abstract

One of the main technological ways to increase the effectiveness of protective and decorative finishing of furniture made of wood is to reduce the absorbency of the substrate, reduce the consumption of expensive paint and varnish materials. This problem is solved mainly by empirical selection of various primer compositions. Some primers also have special functions: creating the desired color background for printing wood texture, increasing the electrical conductivity of products for subsequent varnishing in an electrostatic field, to increase the bio-resistance of wood, etc. The authors conducted studies to assess the wettability of primed wood surfaces based on the determination of the cosine of the wetting edge angle.

Keywords: furniture finishing, primer composition, wetting angle, cosine of the marginal angle, coniferous, hardwood.

В защитно-декоративной отделке мебели из древесины и древесных материалов в целях повышения эффективности отделки стараются снизить впитывающую способность подложки, снизить расход дорогостоящих лакокрасочных материалов, повысить качество отделки. Одним из основных путей решения этой задачи является грунтование отделываемой поверхности различными грунтовочными составами. Подбор грунтовочных составов решают в основном эмпирическим путем. Некоторые грунтовки имеют и специальные функции: создание желаемого цветового фона под печать текстуры древесины, повышение электропроводности изделий для последующего лакирования в электростатическом поле, для повышения биостойкости древесины и др. При необходимости заполнения пор древесины кольцепоровых пород (дуб, ясень) используют специальные грунтующие составы-порозаполнители. В состав грунтовок для древесины входят различные пленкообразователи (латексы), растворители, поверхностно-активные вещества и специальные целевые добавки (порозаполнители, наполнители и др.). Авторами проведена оценка качества грунтования поверхности древесины через определение косинуса краевого угла смачивания. Смачивающая способность любого

лака ,краски определяется,как известно, косинусом краевого угла смачивания($\text{Cos}\Theta$) , вычисляемого по формуле :

$$\text{Cos}\Theta = \frac{\left(\frac{2r}{h}\right)^2 - 4}{\left(\frac{2r}{h}\right)^2 + 4} \quad \text{для угла } \Theta < 90^\circ \text{ и (1)}$$

$$\text{Cos}\Theta = \frac{r-h}{r} \quad \text{для угла } \Theta > 90^\circ \text{ , (2)}$$

где $2r$ – длина основания капли , h – высота капли ; если $\frac{2r}{h} > 2$, то угол острый ; если $\frac{2r}{h} < 2$, то угол тупой .

Авторами были проведены исследования по смачиваемости поверхности древесины сосны и березы ,загрунтованной грунтом антисептическим BIOGRUNT для деревянных поверхностей NEOMID. Он предназначен для грунтования и антисептической обработки (защиты от плесени и грибов) пиленой и строганой древесины, ДВП, ДСтП и т. д.,используемых как внутри ,так и снаружи помещений. Содержит комплекс эффективных биоцидов, подавляющих рост грибов и плесени, выравнивает впитывающую способность обработанной поверхности древесины. Образует влагостойкое, паропроницаемое покрытие, повышает адгезию , бесцветный, может колероваться с использованием колеровочных паст на водной основе.Подходит для последующей обработки любыми видами ЛКМ (на органической и на водной основе).Результаты исследований представлены в табл.1,2 и на рис.1

Таблица 1

Исследование смачивающей способности поверхности древесины сосны ,загрунтованной BIOGRUNT.

Контрольный образец древесины без грунта	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 66,0$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,4067$
Загрунтованная древесина (расход грунта 100 г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 58,0$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,5299$
Загрунтованная древесина (расход грунта 200г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания,град., $\Theta = 42,1$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,7420$
Загрунтованная древесина (расход грунта 300 г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 43,0$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,7313$

Таблица 2

Исследование смачивающей способности поверхности древесины березы ,загрунтованной BIOGRUNT.

Контрольный образец древесины без грунта	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 50,5$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,6361$
Загрунтованная древесина (расход грунта 100 г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 40,2$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,7638$
Загрунтованная древесина (расход грунта 200г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания,град., $\Theta = 32,1$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,8471$
Загрунтованная древесина (расход грунта 300 г/м ²)	Шероховатость поверхности древесины $R_m = 20$ мкм	Краевой угол смачивания ,град., $\Theta = 33,0$	Косинус краевого угла смачивания $\text{Cos}\Theta = 0,8387$

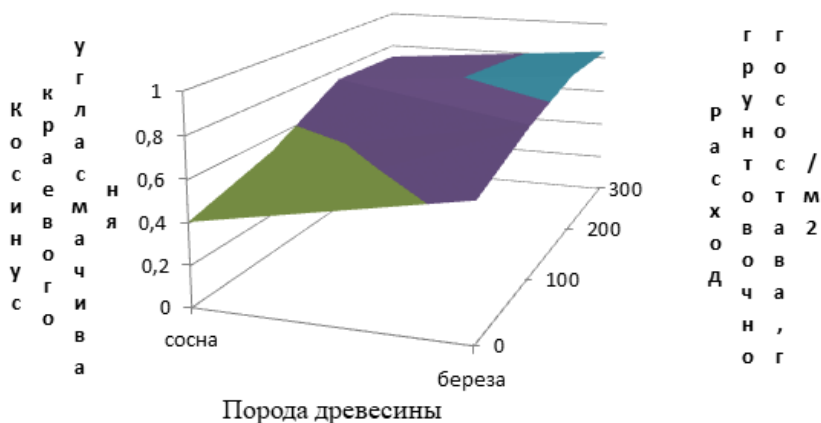


Рисунок 1. Изменение смачиваемости древесины сосны и березы при разном расходе грунтовочного состава.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что смачиваемость древесины хвойных и лиственных пород с повышением расхода грунтовочного состава повышается (значение косинуса краевого угла смачивания увеличивается с повышением расхода грунтовочного состава). Влияние породы древесины на ее смачиваемость сказывается в том, что древесина лиственных пород (береза) смачивается лучше, чем древесина хвойных пород (сосна), что можно объяснить наличием смолистых веществ у сосны в отличие от березы и разными по величине энергетическими характеристиками; эти смоляные вещества, как известно, имеют высокие гидрофобные свойства к воде, которая используется в качестве растворителя грунтовочного состава.

Таким образом, полученные результаты могут быть полезны специалистам, занимающимся отделкой мебели из древесины различными лакокрасочными составами.

1. Прудников П.Г. и др. Справочник по отделке мебели.-К.:Техника,1982.-255 с.
2. Брок Т,Гротеклаус М.,Мишке П. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям.- М.:ООО» Пэйнт Медиа» ,2004.-548с .

Цой Ю.И., Блинов А.К.

Энергетические характеристики древесины разных пород

Санкт-Петербургская Государственная
художественно-промышленная
академия им. А.Л. Штиглица
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/irp-12-2023-03

Аннотация

Данная работа является как бы продолжением предыдущей по смачивающей способности, т.к. использовались те же подложки, обработанные грунтовочным составом BIOGRUNT для деревянных поверхностей NEOMID. На этих подложках проведены исследования по определению работы адгезии при защитно-декоративной отделке их нитроцеллюлозным лаком НЦ-218. Формирование защитно-декоративного покрытия древесины является результатом адгезионного взаимодействия лакокрасочного материала с древесиной, т.е. образования адгезионных сил взаимодействия между молекулами лака и древесины различной природы. Количество и характер этих сил адгезии определяется физико-химической природой контактирующих тел. За критерий оценки адгезионного взаимодействия обычно принимают работу адгезии (W_a), определяемую по формуле: $W_a = 1/b + b_{кр} + (1/4b) b_{2кр}$, где $b_{кр}$ – критическое поверхностное натяжение смачивания; b – тангенс угла наклона

кривой к оси абсцисс. Аналогичный характер изменения смачивающей способности и работы адгезии при формировании защитно-декоративного лакокрасочного покрытия на хвойной и лиственной породе древесины, можно объяснить одинаковой физико-химической природой процессов, протекающих в обоих случаях. Наличие смолистых веществ в сосне, разные размеры пор и их количества в обеих породах древесины, анатомическое строение и физические свойства исследуемых материалов и т.д., все эти различия определяют разную скорость и глубину протекания этих процессов при формировании лакового покрытия, что и выражается в числовом различии значений смачивающей способности и работы адгезии.

Ключевые слова: адгезия, работа адгезии, критическое поверхностное натяжение, краевой угол смачивания, поверхностная энергия.

Abstract

This work is, as it were, a continuation of the previous one in terms of wetting ability, since the same substrates treated with the BIOGRUNT primer for NEOMID wooden surfaces were used. Studies have been carried out on these substrates to determine the work of adhesion during protective and decorative finishing with nitrocellulose varnish NC-218. The formation of a protective and decorative coating of wood is the result of the adhesive interaction of the paint and varnish material with wood, i.e. the formation of adhesive forces of interaction between the molecules of varnish and wood of different nature. The amount and nature of these adhesion forces is determined by the physicochemical nature of the contacting bodies. The adhesion work (W_a), defined by the formula, is usually taken as the criterion for evaluating the adhesive interaction: $W_a = 1/b + \sigma_{kr} + 1/4b \cdot \sigma_{2kr}$, where σ_{kr} is the critical surface tension of wetting; b is the tangent of the angle of inclination of the curve to the abscissa axis. The similar nature of the change in the wetting ability and the work of adhesion during the formation of a protective and decorative paint coating on coniferous and deciduous wood species can be explained by the same physico-chemical nature of the processes occurring in both cases. The presence of resinous substances in pine, different pore sizes and their amounts in both types of wood, the anatomical structure and physical properties of the materials under study, etc., all these differences determine the different speed and depth of these processes during the formation of the varnish coating, which is expressed in the numerical difference in the values of wetting ability and adhesion work.

Keywords: adhesion, adhesion work, critical surface tension, wetting edge angle, surface energy.

Формирование защитно-декоративного покрытия древесины является результатом адгезионного взаимодействия лакокрасочного материала с древесиной, т.е. образования адгезионных сил взаимодействия между молекулами лака и древесины различной природы. Количество и характер этих сил адгезии определяется физико-химической природой контактирующих тел. За критерий оценки адгезионного взаимодействия обычно принимают работу адгезии (W_a), определяемую по формуле:

$$W_a = 1/b + \sigma_{kr} + \frac{1}{4} b \sigma_{2kr}, \quad (1)$$

где σ_{kr} – критическое поверхностное натяжение смачивания; b – тангенс угла наклона кривой к оси абсцисс.

В статье «К вопросу о смачиваемости древесины разных пород» нами были представлены результаты по смачиваемости поверхности древесины хвойных и лиственных пород, обработанных грунтовочным составом BIOGRUNT для деревянных поверхностей NEOMID. Данная работа является как бы продолжением предыдущей по смачивающей способности, т.к. использовались те же подложки, обработанные грунтовочным составом BIOGRUNT для деревянных поверхностей NEOMID. На этих подложках проведены исследования по определению работы адгезии при защитно-декоративной отделке их нитроцеллюлозным лаком НЦ-218. Результаты этих исследований представлены в табл.1,2 и на рис.1

Таблица 1

Результаты расчетов работы адгезии (W_a), порода древесины сосна.

Контрольный образец древесины без грунта	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,4067$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=58,8\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=83\text{ мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 100 г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,5299$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=54,8\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=90\text{ мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 200г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,7420$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=50,3\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=94\text{ мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 300 г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,7313$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=51,5\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=92\text{ мДж/м}^2$

Таблица 2

Результаты расчетов работы адгезии(W_a), порода древесины береза.

Контрольный образец древесины без грунта	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,6361$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=45,3\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=96\text{ мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 100 г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,7638$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=39,8\text{ мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=120\text{мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 200г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,8471$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=32\text{мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=128\text{мДж/м}^2$
Загрунтованная древесина (расход грунта 300 г/м ²)	Косинус краевого угла смачивания, $\text{Cos}\theta=0,8387$	Критическое поверхностное натяжение, $\text{Бкр}=30,2\text{ мДж/м}^2$	Работа адгезии, $W_a=131\text{мДж/м}^2$

Как показывает анализ результатов проведенных исследований, в качественном плане величина работы адгезии при формировании защитно-декоративного покрытия из нитроцеллюлозного лака НЦ-218 прямо пропорционально изменению расхода грунтового состава независимо от породы отделяемой древесины. В количественном плане можно отметить, что при отделке лаком НЦ-218 древесины березы наблюдается большая величина

работы адгезии ($W_a = 131$ мДж/м² для березы и $W_a = 92$ мДж/м² для сосны) при соответствующих расходах грунтовочного состава. Эта зависимость согласуется с данными по смачивающей способности этих же пород древесины, обработанных грунтовочным составом BIOGRUNT NEOMID (см. предыдущую статью). Как уже отмечалось, аналогичный характер изменения смачивающей способности и работы адгезии при формировании защитно-декоративного лакокрасочного покрытия на хвойной и лиственной породе древесины, можно объяснить одинаковой физико-химической природой процессов, протекающих в обоих случаях. Наличие смолистых веществ в сосне, а также разные размеры пор и их количества в обеих породах древесины, разные анатомическое строение и физические свойства исследуемых материалов и т.д., все эти различия определяют разную скорость протекания и глубину протекания этих процессов при формировании покрытия, что и выражается в разнице числовых значений смачивающей способности и работы адгезии.

Полученные результаты могут быть полезны инженерно-техническим работникам, занятым в защитно-декоративной отделке мебельных изделий из древесины и древесных материалов.

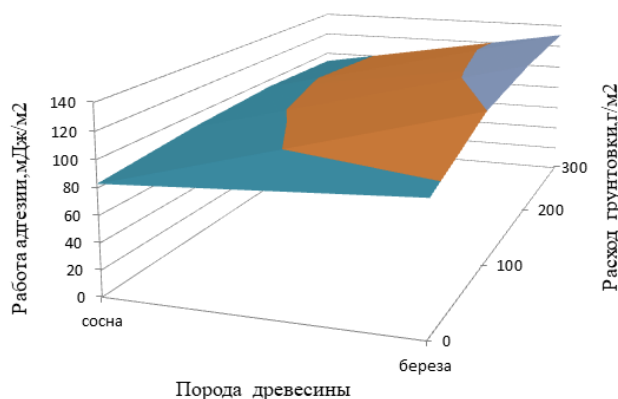


Рисунок 1. Изменение работы адгезии при различном расходе грунтовки.

1. Прудников П.Г. и др. Справочник по отделке мебели.-К.:Техника,1982.-255 с.
2. Брок Т,Гротеклаус М.,Мишке П. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям.- М.:ООО» Пэйнт Медиа»,2004.-548с .
3. Онегин В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины.-Л.: Изд-во Ленингр.ун-та,1983.- 148 с.

РАЗДЕЛ III. BIOTEХНОЛОГИЯ

Сумкина Т.П., Думченко Н.Б., Нечаева Е.А.

Оптимизация технологии производства сухих стерильных питательных сред для культур клеток и оценка ростовых свойств на клеточных культурах Vero, L-68 и Hep-2

*Государственный научный центр
вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора
(Россия, Кольцово)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-04

Аннотация

Разработаны оптимальные условия для приготовления сухих стерильных питательных сред (питательная среда Игла MEM сухая стерильная, питательная среда DMEM сухая стерильная, питательная среда 199 модифицированная сухая стерильная) и приготовления из них жидкой формы. Это позволит получать высококачественные результаты при выращивании культур клеток в лаборатории, а также удешевит стоимость питательных сред. Сухие стерильные питательные среды прошли все контроли и показали хорошие результаты ростовой активности на клеточных культурах Vero, L-68 и Hep-2, что свидетельствует о качестве сухих стерильных питательных сред.

Цель настоящей работы – оптимизация технологии производства сухих стерильных питательных сред и оценка их применения для культивирования клеток млекопитающих.

Ключевые слова: сухие питательные среды, питательная среда Игла MEM сухая стерильная, питательная среда DMEM сухая стерильная, питательная среда 199 модифицированная сухая стерильная, культуры клеток, Vero, L-68, Hep-2.

Abstract

Optimal conditions have been developed for the preparation of dry sterile culture media (Eagla MEM culture medium dry sterile, DMEM culture medium dry sterile, 199 modified culture medium dry sterile) and the preparation of a liquid form from them. This will make it possible to obtain high-quality results when growing cell cultures in the laboratory, as well as reduce the cost of nutrient media. The dry sterile culture media passed all controls and showed good results of growth activity on Vero, L-68 and Hep-2 cell cultures, indicating the quality of the dry sterile culture media.

The purpose of this work is to optimize the technology of producing dry sterile nutrient media and evaluate their use for culturing mammalian cells.

Keywords: dry culture media, culture medium Eagla MEM dry sterile, culture medium DMEM dry sterile, culture medium 199 modified dry sterile, cell cultures, Vero, L-68, Hep-2.

В последние годы стремительно стали развиваться не только научные исследования в области клеточной биотехнологии, и это все стало переходить к крупномасштабному культивированию клеточных культур. На основах клеточных культур ведется производство разнообразных биологически активных препаратов как медицинского, так и сельскохозяйственного и пищевого назначения. Для получения новых биопрепаратов стали возрастать масштабы производства клеток, и также возрастать необходимость в разработке экономичных и доступных питательных сред. В последнее время обеспечение потребностями в синтетических питательных средах осуществлялась за счет производства жидких питательных сред, которые имеют срок годности 1 год. Недостатками их стали ограниченный срок годности, значительные затраты при хранении и транспортировании [1]. Альтернативой таких сред для культур клеток уже начинают становиться и завоевывать рынок сухая форма питательных сред [3, 6].

Сухие стерильные питательные среды для клеточных культур - это новая и удобная технология производства сухих питательных сред, которая позволяет уменьшить затраты времени и средств при выращивании клеток в лаборатории. Эта технология использует сухую

питательную среду, которую необходимо только растворить в очищенной воде или инъекционной воде перед использованием в асептических условиях. Такая питательная среда готовится к работе за несколько минут и это значительно экономит время.

Такая сухая стерильная питательная среда не содержит жидкости, это предотвращает рост грибов и бактерий, а также увеличивает срок их хранения. Такая среда считается более безопасной для работы с клеточными культурами. Более того, она является стабильной, что улучшает качество клеток и обеспечивает более точные результаты.

Таким образом, сухие стерильные питательные среды являются безопасными и экономичными в использовании, а также имеют широкий спектр применения в научных исследованиях и медицине.

Нами были разработаны, а впоследствии усовершенствованы технологии приготовления сухих стерильных питательных сред для культур клеток для биотехнологии и вирусологии: питательная среда Игла MEM сухая стерильная, питательная среда 199 М сухая стерильная, питательная среда DMEM сухая стерильная. Неорганические соли высушили в сушильном шкафу при температуре 80 оС, время высушивания составило 2 часа. Затем высушенные неорганические соли, витамины, аминокислоты, глюкозу, феноловый красный и бикарбонат натрия загружали в шаровой барабан и перемалывали в течение 3-х часов [2, 5]. Готовые питательные среды расфасовывали во флакончики для растворения в 400 мл воды (очищенной или воды для инъекций). Флаконы с питательными средами облучали на высокочастотном ускорителе электронов ИЛУ-6. Поглощающая доза облучения для стерилизации 25 кГр [4, 7]. Сухие стерильные питательные среды использовали для приготовления жидких питательных сред. Для этого стерилизовали воду (очищенную или воду для инъекций) либо автоклавированием, либо стерилизующей фильтрацией.

В боксовом помещении в асептических условиях содержимое одного флакона с сухой стерильной питательной средой вносили в стерильную воду, перемешивали в течение 2-х минут, после чего питательная среда готова к использованию.

В жидких питательных средах: Питательная среда Игла MEM, Питательная среда 199 модифицированная и Питательная среда DMEM контролировали физико - химические параметры и ростовые свойства.

Питательную среду Игла MEM, Питательную среду 199 модифицированную и питательную среду DMEM использовали для культивирования культур клеток Vero (клетки почек зеленой марышки), L-68 (легкое эмбриона человека) и Нер-2 (клетки карциномы гортани человека). Все культуры клеток были получены из коллекции ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. По окончании инкубации клетки снимали с подложки 0,25 % - ным раствором трипсина и раствором Версена раствором в соотношении 1:1.

В приготовленных в асептических условиях жидких питательных сред, полученных из сухих стерильных питательных сред, контролировали по показателям рН и буферная емкость, хлор-ионы, глюкоза и аминный азот. Данные представлены в таблице 1

Таблица 1

Физико-химические параметры жидких питательных сред, приготовленных из сухих стерильных сред.

Наименование показателя	Питательная среда Игла MEM		Питательная среда 199М		Питательная среда DMEM	
	Норма по ТУ	Результат	Норма по ТУ	Результат	Норма по ТУ	Результат
рН	От 7,1 до 7,5	7,3	От 7,1 до 7,5	7,1	От 7,1 до 7,5	7,3
Буферная емкость, мл	Не менее 4,2	4,2	Не менее 0,9	1,6	Не менее 7,0	7,05
Хлор-ион, г/л	От 4,1 до 5,1	4,26	От 4,6 до 5,62	4,88	От 3,78 до 4,62	4,08
Глюкоза, г/л	От 0,9 до 1,1	0,9	От 0,9 до 1,1	0,9	От 4,0 до 5,0	4,2
Аминный азот, г/л	Не менее 0,12	0,13	Не менее 0,08	0,08	От 250,0 до 310,0	280,0

Ростовые свойства питательных сред, приготовленных из сухих стерильных форм, оценивали на протяжении 5 пассажей. В питательные среды Игла МЕМ, 199М, DMEM добавляли 10 % сыворотки крови плодов коров фирмы «HIMEDIA» производства Индия. В качестве контроля брали такие же питательные среды, приготовленные методом стерилизующей фильтрации. Данные приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Показатели ростовой активности питательной среды Игла МЕМ, питательной среды 199М и питательной среды DMEM.

Питательная среда	Культура клеток Vero, индекс пролиферации после 5 пассажа	Культура клеток L-68, индекс пролиферации после 5 пассажа	Культура клеток Нер-2, индекс пролиферации после 5 пассажа
Контрольная питательная среда Игла МЕМ жидкая стерильная + 10 % сыворотки крови плодов коров	6,6±0,3	4,4±0,1	6,9±0,1
Питательная среда Игла МЕМ, приготовленная, из сухой стерильной + 10 % сыворотки крови плодов коров	6,8±0,1	4,6±0,1	7,1±0,1
Контрольная питательная среда 199М жидкая стерильная + 10 % сыворотки крови плодов коров	6,3±0,1	4,7±0,1	7,5±0,1
Питательная среда 199М приготовленная из сухой стерильной +10 % сыворотки крови плодов коров	6,6±0,1	4,8±0,1	7,6±0,1
Контрольная питательная среда DMEM жидкая стерильная + 10 % сыворотки крови плодов коров	7,2±0,1	5,1±0,1	8,2±0,1
Питательная среда DMEM приготовленная, из сухой стерильной +10 % сыворотки крови плодов коров	7,6±0,1	5,2±0,1	8,4±0,1

По морфологическим характеристикам культуры клеток Vero, L-68 и Нер-2, культивируемые в Питательной среде Игла МЕМ, приготовленной из сухой стерильной, не отличаются от контрольных образцов. Клетки имеют ровные края без признаков дегенерации и образуют ровный монослой на (3 – 4) сутки (Рисунок 1).

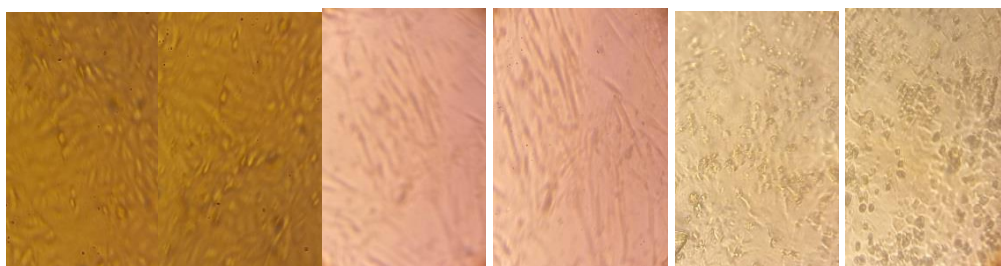


Рисунок 1. Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ, полученной из сухой стерильной среды (А). Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ жидкой в качестве контроля (Б). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ, полученной из сухой стерильной среды (В). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ жидкой в качестве контроля (Г). Культура клеток Нер-2, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ, полученной из сухой стерильной среды (Д). Культура клеток Нер-2, выращенная в Питательной среде Игла МЕМ жидкой в качестве контроля (Е).

По морфологическим характеристикам культуры клеток Vero, L-68 и Нер-2, выращенные в Питательной среде 199 М, приготовленной из сухой стерильной, не отличаются

от контрольных образцов. Клетки имеют ровные края без признаков дегенерации и образуют ровный монослой на 3-4 сутки (Рисунок 2).



Рисунок 2. Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде 199 М, полученной из сухой стерильной среды (А). Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде 199 М жидкой в качестве контроля (Б). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде 199 М, полученной из сухой стерильной среды (В). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде 199 М жидкой в качестве контроля (Г). Культура клеток Her-2, выращенная в Питательной среде 199 М, полученной из сухой стерильной среды (Д). Культура клеток Her-2, выращенная в Питательной среде 199 М жидкой в качестве контроля (Е).

По морфологическим характеристикам культуры клеток Vero, L-68 и Her-2, выращенные в Питательной среде DMEM, приготовленной из сухой стерильной, не отличаются от контрольных образцов. Клетки имеют ровные края без признаков дегенерации и образуют ровный монослой на 3-4 сутки (Рисунок 3).

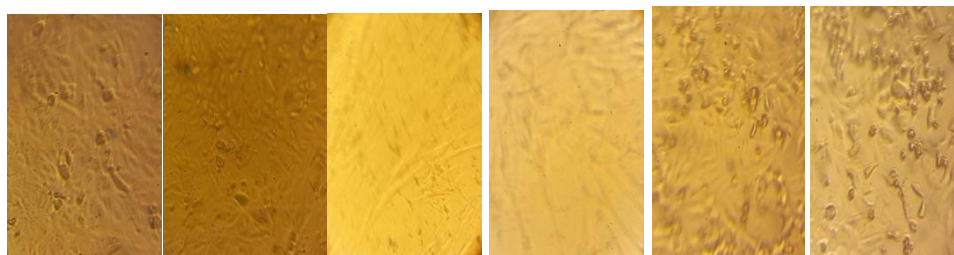


Рисунок 3. Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде DMEM, полученной из сухой стерильной среды (А). Культура клеток Vero, выращенная в Питательной среде DMEM жидкой в качестве контроля (Б). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде DMEM, полученной из сухой стерильной среды (В). Культура клеток L-68, выращенная в Питательной среде DMEM жидкой в качестве контроля (Г). Культура клеток Her-2, выращенная в Питательной среде DMEM, полученной из сухой стерильной среды (Д). Культура клеток Her-2, выращенная в Питательной среде DMEM жидкой в качестве контроля (Е).

В результате проведенных исследований оптимизирована технология приготовления сухих стерильных питательных сред: Питательная среда Игла MEM стерильная сухая, Питательная среда 199 модифицированная стерильная сухая и Питательная среда DMEM стерильная сухая. Все питательные среды успешно прошли физико-химические исследования и могут успешно применяться для культивирования перевиваемых и диплоидных клеток Vero, L-68 и Her-2. Полученные сухие стерильные питательные среды для культур клеток являются современной и удобной технологией для получения таких сред. Они позволяют получать высококачественные результаты при выращивании клеток в лабораторных условиях. Сухие питательные среды являются безопасными и экономичными в использовании, а также имеют широкий спектр применения как в научных исследованиях, так и в медицине и сельском хозяйстве.

1. Богрянцева М.П., Трошкова Г.П., Мазуркова Н.А., Ночевный В.Т. Изучение сроков годности и причин снижения качества сухих стерильных питательных сред // Биотехнология - 1999 - № 4 - с 49-54.
2. Богрянцева М.П. Технология изготовления и свойства питательной среды сухой стерильной на основе гидролизатов // Автореферат дис. канд. биол. наук. М., 2000. -28 с.
3. Булатова Р.Ф., Шепелин А.П., Волков В.Я. Новые подходы к разработке критериев оценки качества сухих питательных сред // Клиническая лабораторная диагностика. 1997. - № 1. - С. 23-24.

4. Горелюк Б.А., Сромнов И.В. Вопросы снижения радиационных повреждений при стерилизации полимерной продукции на ускорителе электронов // Мат. Всесоюз. науч. конф. «Дезинфекция и стерилизация, перспективы развития». Волгоград, 1983. -С. 31-32.
 5. Мазуркова Н А, Богрянцева М П, Мартынец Л Д, Сироткина Т Б, Трошкова Г.П. Разработка сухих стерильных препаратов для клеточной биотехнологии // Цитология • -1999 –г. 41 , №3/4 -С 289.
 6. Пригода А.С., Коренева А.И., Коновалова Е.Ю. и др. Конструирование бесывороточных питательных сред для культивирования клеток млекопитающих. Сообщение IV // Биотехнология. -1991. № 5. - С. 55-59.
 7. Трошкова Г.П. Технологические основы электронно-лучевой стерилизации питательных сред//Биотехнология -2000 -№ 6 -С 54-60.
-

РАЗДЕЛ IV. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Емельянова В.Г.^{1,2}, Колзунова Л.Г.², Щитовская Е.В.^{1,2}

Электрохимическое формирование и фотокаталитические свойства композитов полимер/наночастицы золота и диоксида титана

¹Дальневосточный федеральный университет

²Институт Химии ДВО РАН

(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/iip-12-2023-05

Аннотация

Методом электрохимической полимеризации сформированы полиметилакриламидные пленки (PMAA) с включением наночастиц золота (AuNPs) и диоксида титана (TiO₂NPs). РФА методом подтверждено включение наночастиц в полимерную матрицу. Установлена проницаемость полимерных композитов для деполаризаторов. Исследована фотокаталитическая активность полимерных композитов. Показано, что композиты с добавкой TiO₂NPs обладают наибольшей фотокаталитической активностью, тогда как композит с AuNPs не проявляет фотоактивности. Вследствие этого фотоактивность композита, содержащего одновременно TiO₂NPs и AuNPs снижается.

Ключевые слова: электрополимеризация, наночастицы золота, наночастицы диоксида титана, фотокатализ, композиты.

Abstract

Polymethylolacrylamide (PMAA) films containing gold nanoparticles (AuNPs) and titanium dioxide (TiO₂NPs) were formed by electrochemical polymerization. The inclusion of nanoparticles in the polymer matrix was confirmed by X-ray diffraction. The permeability of polymer composites for depolarizers has been established. The photocatalytic activity of polymer composites has been studied. It was shown that composites with the addition of TiO₂NPs have the highest photocatalytic activity, while the composite with AuNPs does not exhibit photoactivity. As a result, the photoactivity of a composite containing both TiO₂NPs and AuNPs decreases.

Keywords: electropolymerization, gold nanoparticles, titanium dioxide nanoparticles, photocatalysis, composites.

В настоящее время особый интерес представляют композитные материалы с включением наночастиц металлов и оксидов металлов в полимерную матрицу. Особенностью таких материалов является то, что активный компонент в виде наночастиц распределяется в объеме полимерной матрицы, которая их стабилизирует, сохраняя при этом высокую активность металлических частиц и оставаясь высокоэластичным носителем.[1].

Наночастицы привлекают большое внимание в связи с возможностью их потенциального применения в катализе, биологии, вычислительной технике, солнечных батареях и оптико-электронных приборах [2]. Так наночастицы золота рассматривают как эффективный катализатор ряда химических, электрохимических и фотохимических реакций [3]. Также возможно их использование в медицине, косметологии, спектрофотометрии и в оптическом приборостроении [4-7].

Значительные успехи в нанотехнологиях обеспечивает также применение наноразмерных оксидов металлов, обладающих фотокаталитической активностью. Наиболее часто в качестве фотокатализатора используется диоксид титана – один из самых химически и термически стабильных и нетоксичных неорганических оксидов полупроводников. Фотокаталитические свойства диоксида титана проявляются в ультрафиолетовой области (400 нм), в видимой области он практически не поглощает свет, что ограничивает его применение в

качестве фотокатализатора. Одним из способов увеличения диапазона спектра поглощения диоксида титана и смещения его в область видимого излучения является его модифицирование и допирование металлами и неметаллами [9, 10], в число которых входят наночастицы золота.

К настоящему времени известно достаточно много способов синтеза полимерных композитов. Одним из наиболее перспективных методов является электрохимическая полимеризация (ЭП), отличающаяся высокой скоростью формирования нанокompозитного материала, возможностью регулирования толщины слоя и позволяющая проводить синтез полимеров из водных растворов электролитов при комнатной температуре [1-3]. Важнейшим преимуществом ЭП метода является его одностадийность. Такая технология кардинально отличает ЭП от других методов, которые обычно состоят из целого ряда последовательных стадий: синтез полимера и его последующее растворение, синтез наночастиц, создание дисперсии полимер/наночастицы металла (оксида металла), формирование композитного материала.

Целью работы является разработка способа одностадийного формирования композитов на основе полимеров с включением наночастиц диоксида титана и золота, а также исследование их физико-химических свойств.

Для достижения поставленной цели, прежде всего, необходимо изучить возможность электрохимического синтеза полимерного композита с одновременным включением TiO₂NPs и AuNPs, подобрать оптимальные условия синтеза, изучить физико-химические характеристики и фотокаталитическую активность синтезированных композитов.

Формирование полимерных пленок проводили на катоде из нержавеющей стали в режиме потенциостатического электролиза из водного раствора акриламида, формальдегида, N, N'-метиленакриламида, хлорида цинка с добавками диоксида титана, золотохлористоводородной кислоты либо смеси добавок. Количественный состав электролита приведен в работах [1, 8].

В качестве условных обозначений композитов применяли следующие сокращения: РМАО – полиметилоакриламидная пленка; РМАО/AuNPs – композит с добавкой наночастиц золота; РМАО/TiO₂NPs – композит с добавкой наночастиц диоксида титана; РМАО/AuNPs-TiO₂NPs – композит с добавкой наночастиц золота и диоксида титана.

Для подтверждения включения наночастиц в полимер проведен рентгенофазовый анализ (РФА). На полученных рентгенограммах (рис. 1) обнаружены кристаллические структуры наночастиц золота и диоксида титана в анатазной модификации, что соответствует введенным наночастицам диоксида титана в электролит и восстановлению золота.

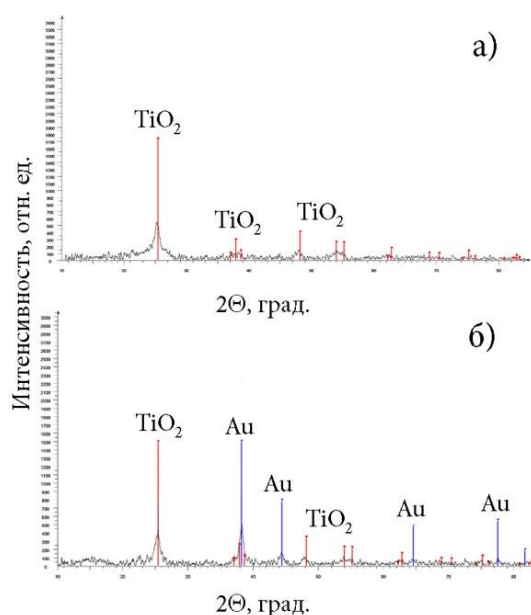


Рисунок 1. РФА спектры РМАО/TiO₂NPs (а) и РМАО/AuNPs-TiO₂NPs (б).

Для изучения проницаемости полимерных пленок были сняты циклические вольтамперограммы в 0,1 М растворе LiClO_4 (рис. 2а) и в 0,1 М растворе LiClO_4 с добавлением 0,5 М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (рис. 2б).

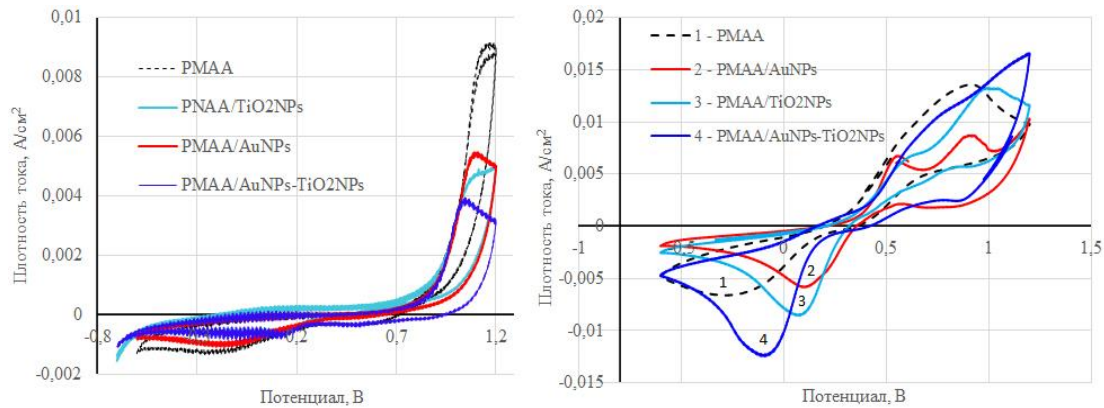


Рисунок 2. ЦВА в 0,1 М LiClO_4 (а), и в 0,5 М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ /0,1 М LiClO_4 (б).

Из рисунка 2а видно, что в растворе LiClO_4 на композитных электродах не происходит электрохимических процессов в области потенциалов от -0,8 В до 0,8 В. Тогда как в 0,1 М растворе LiClO_4 с добавлением 0,5 М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ появляются характерные максимумы окисления/восстановления $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ на анодной и катодной ветвях ЦВА (рис. 2б), что свидетельствует о диффузии электродеполяризатора через композитные пленки $\text{PMAA}/\text{AuNPs}-\text{TiO}_2\text{NPs}$ к электроду.

Для РМАО пленки без добавок (рис. 2б, кривая 1), максимум плотности тока восстановления депольризатора составляет 0,007 А/см², ($E = -0,23$ В). На композитных электродах с включением AuNPs (рис. 2б, кривая 2) или TiO_2NPs (рис. 2б, кривая 3) процесс восстановления гексацианоферрата-III-калия происходит в области анодных потенциалов ($E = 0,02-0,03$ В), плотность тока при этом достигает -0,006 А/см² и -0,009 А/см² соответственно. Данный эффект может быть обусловлен изменением макроструктуры композитной пленки за счет меньшей изолирующей способности при включении наночастиц как Au , так и TiO_2 . Композитная пленка $\text{PMAA}/\text{AuNPs}-\text{TiO}_2\text{NPs}$ (рис. 2б, кривая 4) наиболее проницаема для электродеполяризатора вследствие возрастания электропроводности за счет включения в полимер электропроводящих AuNPs и разрыхления структуры добавкой TiO_2NPs . Скорость восстановления $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ при этом возрастает в 1,5 раза, значение плотности тока максимума 0,012 А/см², при $E = -0,07$ В.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что благодаря своей диффузионной проницаемости композитные пленки могут быть использованы в качестве электросенсоров или фотокатализаторов.

Исследование фотокаталитической активности композитов проведено измерением фототоков, генерируемых образцами без поляризации, при УФ-облучении $\lambda = 365$ нм (рис. 3).

Как видно из рис. 3, наибольшей фотоактивностью обладают композиты $\text{PMAA}/\text{TiO}_2\text{NPs}$, для которых значения генерируемого фототока достигает в среднем 15 мкА.

Композит PMAA/AuNPs почти не генерировал фототок, а совместное присутствие двух типов наночастиц в композите $\text{PMAA}/\text{AuNPs}-\text{TiO}_2\text{NPs}$ лишь на несколько мкА увеличивает значение фототока, что, возможно, связано с перекрытием наночастиц TiO_2 наночастицами золота.

Исследование композитов, как фотокатализаторов проводили на примере фотокаталитического разложения метилового оранжевого (МО) с концентрацией 5 мг/л в течение трех часов. В ходе исследования рассчитывали степень деструкции красителя (рис. 4).

Прежде всего, было установлено, что полимерная матрица РМАО, не содержащая наночастиц AuNPs и TiO_2NPs , не проявляет фотокаталитических свойств, поскольку степень

деструкции МО на такой пленке составляет 0,03 %, что лежит в пределах погрешности прибора (результаты не включены в рис. 4).

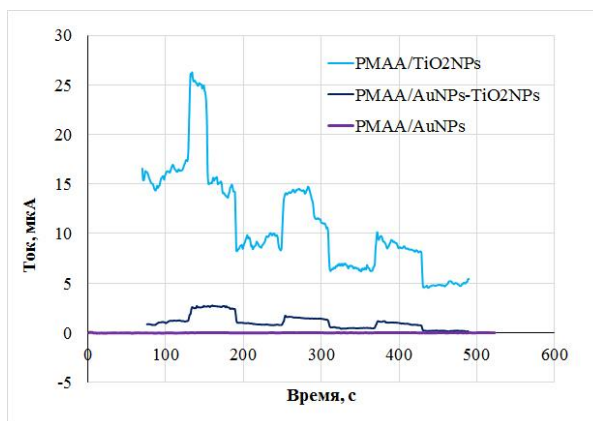


Рисунок 3. Фототоки, генерируемые образцами без поляризации при УФ-облучении ($\lambda = 365$ нм) в фосфатном буфере (pH 6,86).

Из рисунка 4 видно, что наибольшей фотокаталитической активностью обладает композит PMAA/TiO₂NPs, для которого степень деструкции метилового оранжевого наибольшая и в течение трех часов достигает 20% (рис. 4, кривая 1).

Добавление наночастиц золота в композит с диоксидом титана приводит к понижению степени деструкции МО (рис. 4, кривая 2). Такой эффект связан с тем, что композит PMAA/AuNPs (рис. 4, кривая 3) обладает минимальной для исследуемых образцов фотокаталитической активностью, которая в 2-3 раза меньше по сравнению с образцами PMAA/AuNPs-TiO₂NPs и PMAA/TiO₂NPs. Полученные данные по фоторазложению МО хорошо коррелируют со значениями генерируемых образцами фототоков (рис. 3).

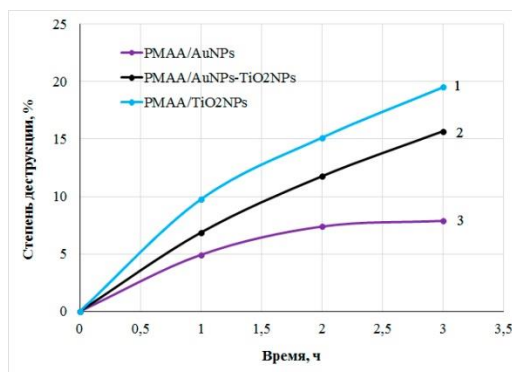


Рисунок 4. Степень деструкции метилового оранжевого при УФ-облучении $\lambda = 365$ нм.

Таким образом, проведенные исследования показали принципиальную возможность одностадийного электрохимического формирования многокомпонентного композита PMAA/AuNPs-TiO₂NPs. Изучены сравнительные вольтамперометрические характеристики и фотокаталитическая активность синтезированных композитов. Установлено, что наибольшей фотокаталитической активностью обладает композит PMAA/TiO₂NPs.

1. Колзунова, Л. Г. Включение частиц серебра в электросинтезированную полиакриламидную матрицу / Л. Г. Колзунова, Е. В. Щитовская, Ю. Л. Буркова // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 6. – С. 63–69.
2. Электрохимическое формирование и свойства полиметилоакриламидной пленки с включением частиц платины / Е. В. Щитовская, Л. Г. Колзунова, В. Г. Курявый, А. Б. Слободюк. – DOI 10.7868/S0424857015110158 // Электрохимия, 2015. – Т. 51. – № 12. – С. 1235–1246.
3. Электрохимическое включение частиц золота в непроводящую полиметилоакриламидную пленку / Е. В. Щитовская, М. А. Карпенко, Л. Г. Колзунова, С. А. Сарин // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 6. – С. 75–80.

4. Марченков, Н. С. Наночастицы золота и их применение для тераностики заболеваний человека / Н. С. Марченков, Н. В. Марченко // Медицинская физика. – 2014. – №4. – С. 64–77.
5. Yurapin, P. Nano-particles for Cosmetic Use: Particle Sizing, Cytotoxicity Test, and Facial Gesture Monitoring Model / P. Yurapin, P. Suwantee. – DOI 10.4172/2471-9323.1000112 // J Cosmo Trichol. – 2016. – Vol. 2. – P. 112.
6. Применение наночастиц золота в спектрофотометрии / В. В. Аляри, В. В. Архипова, С. Г. Дмитриенко, Ю. А. Золотов. – DOI 10.7868/80044450214010034 // Журнал аналитической химии. – 2014. – Т. 69. – № 1. – С. 4–15.
7. Applications of Gold Nanoparticles in Optical Biosensors / L. Nie, F. Liu, P. Ma, X. Xiao. – DOI 10.1166/jbn.2014.1987 // J. Biomed. Nanotechnol. – 2014. – Vol. 10. – № 10. – P. 2700–2721.
8. Рунов, А. К. Формирование и свойства композитов полиметилоакриламид/TiO₂ / А. К. Рунов, Л. Г. Колзунова. – DOI 10.25808/08697698.2018.201.5.006 // Вестник ДВО РАН – 2018. – Т. 201. – № 5. – С. 41–48.

Штельмах С.И..

Рентгенофлуоресцентное определение концентраций токсичных элементов в биологических объектах

*Институт земной коры Сибирского Отделения РАН
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-06

Аннотация

В статье представлены разработанные методики количественного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) для определения концентраций Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr и Ba в образцах хвои карликовой ели *Picea Canadensis Conica* и голубой колючей ели *Picea Pungens Glauca*, а также в образцах техногенной почвы, на которой растут эти древесные хвойные растения. Все измерения выполнены с помощью волнодисперсионного спектрометра S8 TIGER (Bruker AXS, Германия) в режиме вакуума.

Ключевые слова: количественный рентгенофлуоресцентный анализ, токсичный элемент, техногенная почва, еловая хвоя.

Abstract

The article describes the developed methods of quantitative X-ray fluorescence analysis (XRF) for determining of the concentrations of Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr, and Ba in samples of the dwarfish spruce needles *Picea Canadensis Conica* and the blue prickly spruce *Picea Pungens Glauca*, as well as in samples of the technogenic soil, on which these woody coniferous plants grow. All measurements were performed in a vacuum condition using a WDXRF spectrometer S8 TIGER (Bruker AXS, Germany).

Keywords: quantitative X-ray fluorescence analysis, toxic element, technogenic soil, spruce needles.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) широко применяется для анализа различных природных объектов [9]. В данной работе этот анализ применяется для определения содержаний Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr и Ba в хвое ели *Picea Canadensis Conica* и ели голубой колючей *Picea Pungens Glauca*, а также в техногенной почве Иркутска, на которой растут эти деревья.

Изучение распределения концентраций химических элементов в системе почва-растение имеет большое значение, поскольку содержания элементов в растениях нередко обнаруживают положительную корреляцию с их содержанием в почвах [4, 10].

К токсичным элементам для биологических объектов автор относит Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr и Ba, при этом свинец является наиболее токсичным из этой группы элементов [4]. Критическая концентрация Pb для растений составляет 10 мг/кг [5]. Очень высокие концентрации свинца в почвах могут существенно угнетать рост растений и вызывать хлороз из-за нарушения поступления Fe [5, 6]. Негативное действие Al также может выражаться в торможении поглощения Fe клетками растений [14]. Избыток Cr в почвах ухудшает рост и

развитие растений, наблюдается увядание надземной части растений, повреждается корневая система, возникает хлороз молодых листьев [7]. Избыточная концентрация Sr в растениях способствует снижению поступления K, P, Fe, Mn и B [7]. Растения, растущие на почвах с очень высоким содержанием Ni, часто страдают эндемическими заболеваниями [5]. Избыточная концентрация Cu в почве, превышающая 60 мг/кг, приводит к развитию хлороза у растений [5]. Повышенные концентрации Zn и Ba приводят к повреждению органов древесных растений [5]. Sr является щелочноземельным металлом, доступным растениям. Стронций хорошо переносится по всей пищевой цепи [4]. Sr может заменить Ca при его дефиците [2, 4]. Это особенно опасно при загрязнении окружающей среды радиоактивным стронцием [2].

Древесные растения способны накапливать в своих органах определенные концентрации токсичных элементов и являются барьером на пути распространения токсичных компонентов в окружающую среду [5].

Участок исследуемой техногенной почвы расположен в селитебной зоне Октябрьского района города Иркутска. Данная техногенная почва представляет собой сильнокаменистую песчаную почву, в которой среднее содержание фракций с размером частиц >3 мм и 3-1 мм составляет 18% и 24,8%, соответственно. Средняя концентрация фракций с размером частиц > 0,1 мм в этой почве составляет 95,5%. Мощность профиля этой техногенной почвы не превышает 0,4-0,5 м, поэтому данная почва пригодна только для выращивания древесных растений с поверхностной корневой системой, которая характерна как для елей двух рассматриваемых видов (*Picea Canadensis Conica* и *Picea Pungens Glauca*), так и для многих других видов. Выращивание деревьев осуществляется с 2016 г. без использования минеральных удобрений.

Пробы почвы были отобраны на участке в августе 2022 года. Методом конверта отобрано 5 образцов. 20 образцов почвы отобрано из приствольных кругов нескольких молодых здоровых елей двух рассматриваемых видов возрастом 5-7 лет. Также были отобраны 5 образцов из приствольного круга двухлетней больной ели голубой колючей *Picea Pungens Glauca*. На этом дереве наблюдалась интенсивная дефолиация (потеря хвои). Все пробы почвы были отобраны с глубины 5 см.

Подготовка образцов почв и хвои осуществлялась в соответствии с требованиями [8].

Отобранные образцы почвы подвергались сушке на воздухе при комнатной температуре в течение 7 дней. Из образцов почвы удалялись фракции с размером частиц > 3 мм. Тщательному контролю подвергались частицы размером от 1 до 3 мм. Небольшие куски щебня и угля также были удалены из образцов. Отбор почвенного материала для анализа осуществлялся методом квартования. Отобранные образцы были измельчены вручную в агатовой ступке до размера частиц менее 75 мкм. Для исключения агрегации частиц в процессе измельчения были добавлены несколько капель этилового спирта (ОСЧ).

Подготовленные образцы почвы массой $1 \pm 0,0001$ г были использованы для определения содержания Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr и Ba. Образцы почвы были спрессованы в таблетки на основе борной кислоты диаметром 40 мм на полуавтоматическом прессе HERZOG НТР 40 (Германия) с давлением 100 кН. Таблетки перед измерением хранились в эксикаторе.

Пробы хвои елей были отобраны в январе и августе (конец вегетации) 2022 г. Следует отметить, что пробы хвои (20 проб) были собраны с молодых здоровых елей двух видов, из приствольных кругов которых были отобраны пробы почвы в августе 2022 года.

Отобранные образцы хвои ели сушились на воздухе при комнатной температуре в течение 7 суток. Каждая высушенная игла была разрезана чистыми ножницами на кусочки размером около 1 мм. Полученный измельченный материал подвергался дальнейшему мокрому измельчению в этиловом спирте (ОСЧ) в агатовой ступке до размера частиц менее 75 мкм. Этот процесс был проведен в вытяжном шкафу до полного испарения C₂H₅OH. Полученные порошки светло-зеленого цвета подвергались сушке при комнатной температуре в течение 24 часов.

Для определения концентраций указанных элементов использовали приготовленные образцы хвои елей массой $1 \pm 0,0001$ г. Подготовленные образцы хвои также были спрессованы в таблетки и хранились в эксикаторе до проведения измерений аналогично образцам почвы.

Для получения градуировочных характеристик были использованы стандартные образцы (СО) почв, отложений, растений, золы углей и различных типов горных пород.

Для анализа почвенных образцов использовались следующие СО: СО почв (СП1, СП2, СП3, СЧТ1, СЧТ2, СЧТ3, СДПС1, СДПС2, СДПС3, СКР1, СКР2, СКР3, ССК1, ССК2, ССК3) [1, 16]; СО отложений (СГХ1, СГХ3, СГХ5, СГХМ1, СГХМ2, СГХМ3, СГХМ4, СДО8, СДО9) [16]; СО золы углей (ЗУА1, ЗУК1) [11]; СО горных пород (СДУ1, ССЛ1, СТ1А, СТ2, СГД1А, СНС2, ДВА, ДВБ, ДВГ, ДВР, ДВМ, СГ1, СГ3, МО3, МО5, МУ2, МУ4) [16].

Для анализа проб хвои елей использовались следующие СО: ЛБ1 (лист березы), ЭК1 (элодея канадская), Тр1 (смесь луговых трав) [12], ИНСТ-МРН2 (смесь трав) [15], СБМТ02 (травяная смесь), СБМП02 (зерно пшеницы) [1], ХСС1 (хвоя сосны) [12], БОк2 (мышечная ткань Байкальского окуня (*Perca fluviatilis*, L.)) [3], ЗУА1 и ЗУК1 (зола углей) [11]. Для обеспечения более широкого диапазона концентраций элементов были приготовлены дополнительные смеси на основе СО и микрокристаллической целлюлозы, которые были взяты в следующих соотношениях: 1 (ЛБ1) : 1 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (ЭК1) : 1 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (Тр1) : 1 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (СБМТ02) : 4 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (БОк2) : 4 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (ЗУА1) : 2 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (ЗУК1) : 4 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (ЗУК1) : 2 (микрокристаллическая целлюлоза), 1 (ЗУК1) : 4 (микрокристаллическая целлюлоза). Эти смеси были приготовлены вручную в агатовой ступке с добавлением нескольких капель этилового спирта (ОСЧ).

Все измерения проводились в режиме вакуума с использованием спектрометра S8 TIGER (Bruker AXS, Германия). Данный прибор оснащен рентгеновской трубкой мощностью 4 кВт с родиевым анодом и бериллиевым окном толщиной 75 мкм [18]. Оптимальные инструментальные условия измерений были подобраны экспериментально.

Для измерения интенсивностей аналитических линий и фона большинства определяемых элементов использовался кристалл LiF(200), поскольку этот кристалл имеет более высокую отражательную способность, чем LiF(220), и измерения с использованием кристалла LiF(200) обеспечивают более высокую скорость счета, больше в 1,3–2 раза [13].

Таблица 1.

Условия возбуждения и регистрации рентгеновской флуоресценции и фона на спектрометре S8 TIGER.

Аналитическая линия	2θ , °		U, кВ / I, мА	Фильтр, толщина, (мкм)	Коллиматор, °	Кристалл-анализатор	Детектор
	Пик	Фон					
AlK α 1	144,751	143,447	30/60	без фильтра	0,23	PET	ПС
CrK α 1	69,368	68,485	50/40	Al, 200	0,23	LiF(200)	ПС
NiK α 1	48,672	47,907	50/50	Al, 100	0,23	LiF(200)	СС
CuK α 1	45,044	45,522	50/50	Al, 200	0,17	LiF(200)	СС
ZnK α 1	41,797	41,284	50/50	Al, 500	0,17	LiF(200)	СС
PbL β 1	28,263	28,716	50/50	Al, 200	0,17	LiF(200)	СС
SrLa1	103,305	104,006	50/50	без фильтра	0,23	PET	ПС
BaLa1	87,172	87,903	50/50	без фильтра	0,23	LiF(200)	ПС

Примечание: 2θ – угловая позиция измерения; U и I – напряжение и сила тока рентгеновской трубки, соответственно; ПС – проточный пропорциональный счетчик; СС – сцинтилляционный счетчик.

Для определения токсичных элементов в исследуемых образцах почвы время измерения аналитической линии и фона для каждого элемента составляло 40-100 и 30-60 сек., соответственно. Поскольку растения более чем на 99% состоят из органических соединений, содержание определяемых элементов в них может быть значительно ниже, чем в почвах, особенно это касается Al. Таким образом, время измерения аналитической линии и фона для каждого элемента в исследуемых образцах хвои елей составило 100 и 60 сек., соответственно.

Обработка рентгеновских спектров, численное разделение пиков и коррекция матричных эффектов проводились с помощью программы SPECTRAplus [19].

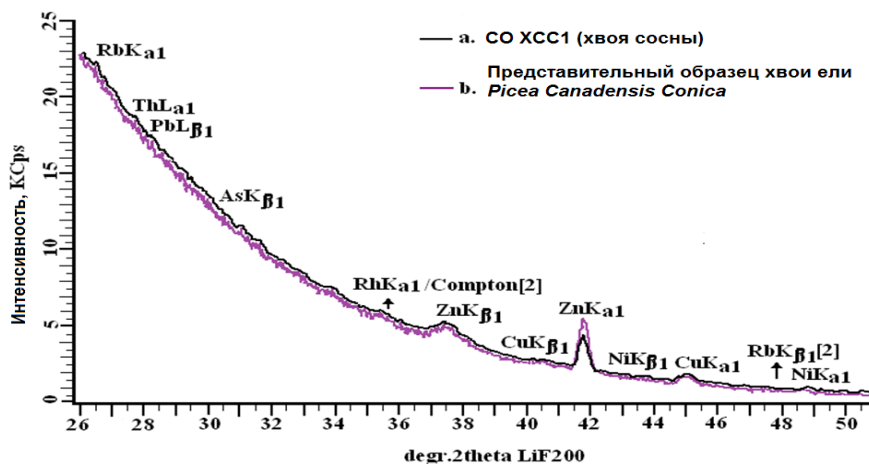


Рисунок 1. Рентгеновские спектры растительных материалов в диапазоне длин волн RbKa–NiKa.

Представленные спектры были получены с использованием СО ХСС1 (хвоя сосны) и представительного образца хвои ели *Picea Canadensis Conica*, собранной в августе 2022 года. СО ХСС1 содержит следующие содержания токсичных элементов (в мг/кг): Ni (2,0), Cu (3,8), Zn (45) и Pb (0,38).

Видно, что линия RhKa1/Комптон ($2\theta = 35,53^\circ$) во втором порядке отражения расположена вблизи линии PbLβ1 и Ka-линий Ni, Cu и Zn. Необходимо учитывать влияние линии RhKa1/Комптона на указанные линии, а также наложение других линий. Так, CuKβ1-линия ($2\theta = 40,47^\circ$) влияет на ZnKa1-линию ($2\theta = 41,80^\circ$); NiKβ1-линия ($2\theta = 43,72^\circ$) – на CuKa1-линию ($2\theta = 45,04^\circ$); RbKβ1-линия ($2\theta = 47,87^\circ$) во втором порядке отражения – на NiKa1-линию ($2\theta = 48,67^\circ$).

Для учета межэлементных влияний в программе SPECTRAplus [19] реализован метод, основанный на использовании α -коэффициентов:

$$C_i = m_i I_i \left(1 + \sum_j \alpha'_{ij} I_j \right), \quad (1)$$

где C_i и I_i – концентрация и интенсивность аналитической линии определяемого элемента с поправкой на фон, m_i – наклон градуировочной кривой, I_j – интенсивность влияющих элементов с поправкой на фон, α'_{ij} – α -коэффициенты, используемые для учета матричных эффектов.

Таблица 2

Параметры градуировки для почвенных образцов.

Элемент	Число СО	Диапазон концентраций, мг/кг	Линии для учета вклада наложения	α -коэффициенты	aS (мг/кг)	
					bI	vII
Al	22	1693–88429	TiKa1	SiKa1, FeKa1	4050	2300
Cr	24	10–680	VKβ1, MnKa1	CaKa1, TiKa1, FeKa1	22	4,2
Ni	24	3–380	RhKa1/Compton[2],	GaKa1	20	6,2

			<i>RbKβ1</i> [2]			
<i>Cu</i>	20	9–310	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>NiKβ1</i>	<i>GaKa1, SiKa1, CaKa1</i>	14	7,9
<i>Zn</i>	21	10–610	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>CuKβ1, GaKa1</i>	<i>SiKa1, CaKa1, NiKa1</i>	29	6,4
<i>Pb</i>	14	8–280	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>AsKβ1, RbKa1, ThLa1</i>	<i>CaKa1, FeKa1</i>	16	2,0
<i>Sr</i>	15	10–310	<i>SiKβ1, ZrLa1, RbLβ1</i>	<i>KKa1</i>	49	11
<i>Ba</i>	25	70–1500	<i>TiKa1, LaLa1</i>	<i>SiKa1, CaKa1, MnKa1</i>	82	45

Примечание: Здесь и в таблице 3 σS – стандартное отклонение, βI – без учета матричных эффектов; βII – с учетом матричных эффектов способ α -коррекции.

Таблица 3

Параметры градуировки для образцов еловой хвои.

Элемент	Число СО	Диапазон концентраций, мг/кг	Линии для учета вклада наложения	α -коэффициенты	S_a (мг/кг)	
					I_b	I_c
<i>Al</i>	13	22–990	<i>TiKa1</i>	<i>CKa1, NaKa1, MgKa1, SiKa1, KKa1</i>	72	27
<i>Cr</i>	13	0,8–44	<i>VKβ1, CeLβ1</i>	<i>CKa1, SiKa1, MnKa1, NdLa1</i>	8,5	0,5
<i>Ni</i>	16	0,7–66	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>RbKβ1</i> [2]	<i>CKa1, SiKa1, CaKa1, FeKa1,</i>	6,7	2,6
<i>Cu</i>	15	0,4–66	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>NiKβ1</i>	<i>CKa1, SiKa1, FeKa1, ZnKa1</i>	13	0,8
<i>Zn</i>	17	10–94	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>CuKβ1</i>	<i>CKa1, SiKa1, CaKa1, FeKa1</i>	14	5,3
<i>Pb</i>	12	2,2–35	<i>RhKa1/Compton</i> [2], <i>AsKβ1, RbKa1, ThLa1</i>	<i>CKa1, CaKa1, FeKa1</i>	4,2	2,1
<i>Sr</i>	13	2,8–310	<i>SiKβ1, ZrLa1, RbLβ1</i>	<i>CKa1, KKa1</i>	23	6,2
<i>Ba</i>	12	3,9–230	<i>TiKa1</i>	<i>CKa1, CaKa1, VKa1</i>	14	4,0

Стандартное отклонение (S) характеризует точку дисперсии вокруг градуировочных линий. Оно было получено на основе уравнения линейной регрессии с использованием метода наименьших квадратов, чтобы обеспечить минимальное значение этого показателя. Следует отметить, что значения S , полученные с использованием фиксированных α -коэффициентов, были меньше значений S , полученных без учета матричных эффектов, в 1,8–8,0 раз для матрицы почвы и в 2,0–17 раз для матрицы растений.

Инструментальный предел обнаружения (ILD) был рассчитан для Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr и Ba согласно рекомендациям из работы [17]. ILD был рассчитан по уравнению:

$$ILD = \frac{4.65}{S_i} \sigma_b, \quad (2)$$

где S_i — чувствительность (интенсивность / концентрация), σ_b — стандартное отклонение, рассчитанное на основе нескольких измерений интенсивностей фона ($n = 10$), выполненных по обе стороны пика аналитических линий.

Таблица 4

Значения ILD (мг/кг) для СО.

Элемент	Рассчитанные значения ILD (мг/кг)		
	СПЗ (светло-каштановая почва)	ЛБ1 (лист березы)	ЭК1 (элодея канадская)
Al	67	5,7	4,5
Cr	5,6	0,3	0,3
Ni	0,5	0,2	0,2
Cu	0,7	0,2	0,2
Zn	0,6	0,6	0,3
Pb	3,5	2,6	2,5
Sr	5,2	1,5	1,2
Ba	12	2,7	2,6

Видно, что рассчитанные значения ILD для СО СПЗ (светло-каштановая почва) превышают значения ILD для СО растений в 1,3–19 раз.

Для контроля правильности количественных определений содержаний токсичных элементов по методикам ВД РФА были использованы СО почв и растений, таких как СПЗ (светло-каштановая почва), СДПСЗ (дерново-подзолистая почва), ХСС1 (хвоя сосны) и ИНСТ-МРН2 (смесь трав).

Таблица 5

Оценка правильности результатов РФА с помощью СО почв, мг/кг.

Элемент	СПЗ		СДПСЗ	
	аСРФА	бСам	аСРФА	бСам
Al	66400 ± 500	66700 ± 700	33500 ± 200	33700
Cr	137 ± 4	140 ± 10	102 ± 1	100
Ni	58 ± 2	56 ± 4	295 ± 4	290
Cu	33 ± 3	30 ± 1	263 ± 2	260
Zn	71 ± 2	73 ± 2	428 ± 1	430
Pb	16 ± 0,9	16 ± 3	247 ± 4	250
Sr	162 ± 4	160 ± 3	67 ± 3	69
Ba	484 ± 9	470 ± 60	314 ± 4	310

Примечание: Здесь и в таблице 6 а(среднее ± стандартное отклонение, n = 6), баттестованное значение.

Таблица 6

Оценка правильности результатов РФА с помощью СО растений, мг/кг.

Элемент	ХСС1		ИНСТ-МРН2	
	аСРФА	бСам	аСРФА	бСам
Al	212 ± 17	190 ± 30	712 ± 12	670 ± 111
Cr	3,3 ± 0,3	3,6 ± 0,3	1,7 ± 0,4	1,69 ± 0,13
Ni	1,9 ± 0,1	2,0 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,57 ± 0,16
Cu	3,5 ± 0,2	3,8 ± 0,2	7,3 ± 0,3	7,77 ± 0,53
Zn	43 ± 3	45 ± 3	35 ± 1,4	33,5 ± 2,1

<i>Pb</i>	<2,6	0,38 ± 0,05	<2,6	2,16 ± 0,23
<i>Sr</i>	10 ± 0,9	11 ± 1	36 ± 1,8	37,6 ± 2,7
<i>Ba</i>	4,9 ± 0,8	4,8 ± 0,4	34 ± 1,1	32,5 ± 2,5

Видно, что доверительные интервалы полученных методом ВД РФА и аттестованных значений перекрываются, что свидетельствует об отсутствии систематических погрешностей.

С помощью разработанных методик были получены концентрации токсичных элементов в образцах хвои карликовой ели *Picea Canadensis Conica* и голубой колючей ели *Picea Pungens Glausa*, а также в образцах техногенной почвы, на которой растут эти деревья.

Таблица 7

Концентрации *Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr* и *Ba* в представительных образцах техногенной почвы.

Элемент	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>
<i>Al</i>	56695 ± 500	56801 ± 200	56360 ± 200	56413 ± 500
<i>Cr</i>	72 ± 1.7	58 ± 0.8	72 ± 1.5	107 ± 5
<i>Ni</i>	35 ± 2	35 ± 0.9	24 ± 0.5	38 ± 2
<i>Cu</i>	39 ± 1.1	32 ± 0.7	35 ± 1.2	56 ± 3.5
<i>Zn</i>	219 ± 1.4	174 ± 1.2	227 ± 2.5	343 ± 5
<i>Pb</i>	44 ± 2.2	37 ± 2	36 ± 1.8	52 ± 1.8
<i>Sr</i>	242 ± 1.3	264 ± 1.7	214 ± 2	234 ± 2
<i>Ba</i>	816 ± 2.5	814 ± 2.5	888 ± 4	831 ± 2.5

Примечание: здесь и в таблице 8 доверительные интервалы рассчитаны при вероятности $P = 0,95$. Здесь *S1* – представительный образец, отобранный методом конверта, *S2* – представительный образец, отобранный из приствольных кругов карликовых елей *Picea Canadensis Conica*, *S3* – представительный образец, отобранный из приствольных кругов елей *Picea Pungens Glausa*, *S4* – представительный образец, отобранный из приствольного круга большой ели *Picea Pungens Glausa*.

Таблица 8

Концентрации *Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr* и *Ba* в представительных образцах хвои карликовой ели *Picea Canadensis Conica* и голубой колючей ели *Picea Pungens Glausa*.

Элемент	Хвоя карликовых елей <i>Picea Canadensis Conica</i>		Хвоя голубых колючих елей <i>Picea Pungens Glausa</i>	
	<i>N1</i> (Январь)	<i>N2</i> (Август)	<i>N3</i> (Январь)	<i>N4</i> (Август)
<i>Al</i>	78 ± 7.9	27 ± 5.5	55 ± 5.8	77 ± 5.5
<i>Cr</i>	2.4 ± 0.1	3.2 ± 0.2	2.1 ± 0.2	1.9 ± 0.3
<i>Ni</i>	1.6 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.03 ± 0.05
<i>Cu</i>	3.3 ± 0.1	4.4 ± 0.3	4.7 ± 0.5	1.1 ± 0.1
<i>Zn</i>	77 ± 2.5	83 ± 2.7	82 ± 7.3	33 ± 1.9
<i>Pb</i>	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6
<i>Sr</i>	78 ± 1.5	151 ± 2.1	45 ± 1.8	42 ± 1.4
<i>Ba</i>	49 ± 2.6	65 ± 1.7	28 ± 1.3	28 ± 0.8

В большинстве случаев разработанные методики позволяют определять низкие концентрации токсичных элементов. Рассчитанные значения инструментального предела обнаружения для СО растений не превышают 6 мг/кг. Полученные данные по разработанным методикам ВД РФА не содержат систематических погрешностей.

Автор выражает благодарность кандидату химических наук Е.В. Чупариной за помощь в проведении исследований.

В данной работе использовалось оборудование Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН в рамках гранта № 075-15-2021-682.

1. Арнаутов, Н.В. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ. Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1990. 220 с.
2. Боднар, И. С., Чебан, Е. В., Зайнуллин, В. Г. Особенности воздействия ионов меди и стронция на ряску малую (*Lemna minor* L.) // Принципы экологии, № 2, 2018. С. 4-18.
3. Гуничева, Т.Н., Васильева, И.Е. Изучение распределения элементов в материале стандартного образца состава мышечной ткани Байкальского окуня БОк-2 методом рентгенофлуоресцентного анализа // Аналитика и контроль, № 3, т. 16, 2012. С. 318-324.
4. Кабата-Пендиас, А., Пендиас, Х. Микроэлементы в почвах и растениях (под ред. Ю.Э. Саэт), Издательство «Мир», Москва, 1989. 439 с.
5. Кулагин, А.А., Шагиева, Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей (под ред. Г.С. Розенберга), Москва: Наука, 2005. 190 с.
6. Матвеев, Н.М., Павловский, В.А., Прохорова, Н.В. Экологические основы накопления тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997. 100 с.
7. Побилат, А.Е., Волошин, Е.И. Мониторинг хрома в почвах и растениях Красноярского края // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, № 2, т. 22, 2019. С. 49-54.
8. Промышленный стандарт 41-08-212-04. Контроль качества аналитических работ. Москва. Российский научно-исследовательский институт минеральных ресурсов: Стандартиформ Пресс, 2005. 23 с.
9. Ревенко, А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. Новосибирск: Наука, 1994. 264 с.
10. Чупарина, Е.В., Айсуева, Т.С., Жапова, О.И., Анцупова, Т.П. Определение металлов Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba и Pb в лекарственных растениях методом рентгенофлуоресцентного анализа // Аналитика и контроль, № 1-2, т.12, 2008. С. 2-10.
11. Чупарина, Е.В., Парадина, Л.Ф. Определение элементного состава продуктов сжигания углей рентгенофлуоресцентным методом // Аналитика и контроль, № 3, т. 21, 2017. С. 1-9.
12. Шабанова, Е.В., Васильева, И.Е., Таусенев, Д.С., Scherbarth, S., Pierau, U. Характерные свойства стандартных образцов кластера «Растения» в коллекции ИГХ СО РАН // Стандартные образцы, № 3, т. 17, 2021. С. 45-61.
13. Шлотц, Р. Введение в рентгенофлуоресцентный анализ. Учебник, Bruker AXS, Москва, Россия, 2006. 500 с.
14. Шугалей, И.В., Гарабаджиу, А.В., Ильюшин, М.А., Судариков, А.М. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы // Экологическая химия, № 3, т. 21, 2012. С. 172-186.
15. Dybczyński, R.S., Danko, B., Kulisa, K., Maleszewska, E., Polkowska-Motrenko, H., Sameczyński, Z., Szopa, Z. Preparation and preliminary certification of two new Polish CRMs for inorganic trace analysis. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 259, 2004. P. 409-413.
16. Govindaraju K. Compilation of working values and sample description for 383 geostandards. Geostandards Newsletter: Special Issue. 1994. V. 18. 158 p.
17. Margui, E., Hidalgo, M., Queralt, I. Multielemental fast analysis of vegetation samples by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry: Possibilities and drawbacks. Spectrochimica Acta 60 B. 2005P. 1363-1372.
18. Service Manual. S8 TIGER XRF Spectrometer, Bruker AXS, Berlin, 2007. 576 p.
19. SPECTRAplus. Software Package for X-ray Spectrometers. Version 2.2.3.1. Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, 2010. 495 p.

РАЗДЕЛ V. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Солодкова Е.Г.^{1,2}, Балалин С.В.^{1,2}, Сibaкин Д.Д.¹

Применение программного обеспечения для оценки биомеханических свойств роговицы у пациентов с кератоконусом до и после кросслинкинга роговичного коллагена

¹ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России

²ФБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»

(Россия, Волгоград)

doi: 10.18411/iip-12-2023-07

Аннотация

Анализ биомеханических свойств роговицы выполнен у 40 пациентов (40 глаз) с I и II стадиями кератоконуса до и после кросслинкинга роговичного коллагена (КРК). Проводилась оценка параметра жесткости роговицы (Stiffness Parameter, SP-A1), определяемого с помощью Pentacam HR и Corvis ST (OCULUS, Germany), а также коэффициента биомеханической устойчивости (Cbs), который определяли с помощью программного обеспечения. Результаты. До выполнения КРК среднее значение SPA1 было равно $77,5 \pm 15,1$ мм рт.ст./мм. Через 1 и 6 мес. после операции проводились повторные измерения параметра SPA1, которые составили: $76,4 \pm 13,9$ и $81,1 \pm 13,3$ мм рт.ст./мм, соответственно. Через 12 мес. после хирургического лечения отмечалось повышение SPA1 на 7,7% от исходного значения - до $83,5 \pm 13,8$ мм рт.ст./мм ($M \pm \sigma$). Различие между значениями SPA1 статистически недостоверно ($Z = -1,4$; $p = 0,17$). Показатель Cbs у пациентов с кератоконусом после КРК повысился на 8,0 % с $-15,5 \pm 13,4\%$ до $-7,5 \pm 9,9\%$. Различие между значениями Cbs было статистически достоверным ($Z = 2,1$; $p = 0,03$). Выводы. Применение программного обеспечения позволяет учитывать факторы, оказывающие влияние на показатель жесткости роговицы, проводить оценку биомеханических свойств роговицы до и после кросслинкинга роговичного коллагена.

Ключевые слова: кератоконус, показатель жесткости роговицы, кросслинкинг роговичного коллагена.

Abstract

Corneal biomechanical properties were analyzed in 40 patients (40 eyes) with stages I and II of keratoconus before and after corneal collagen crosslinking (CRC). The corneal stiffness parameter (Stiffness Parameter, SP-A1) determined with the help of Pentacam HR and Corvis ST (OCULUS, Germany), as well as the biomechanical stability coefficient (Cbs) determined with the help of software were evaluated. Results. Before performing CRC, the mean SPA1 value was 77.5 ± 15.1 mm Hg/mm. At 1 and 6 months after surgery, the SPA1 parameter was repeatedly measured and amounted to 76.4 ± 13.9 and 81.1 ± 13.3 mm Hg/mm, respectively. In 12 months after surgical treatment there was an increase of SPA1 by 7.7% from the initial value - up to 83.5 ± 13.8 mm Hg/mm ($M \pm \sigma$). The difference between SPA1 values was statistically unreliable ($Z = -1.4$; $p = 0.17$). The Cbs value in patients with keratoconus after KRC increased by 8.0% from $-15.5 \pm 13.4\%$ to $-7.5 \pm 9.9\%$. The difference between Cbs values was statistically significant ($Z = 2.1$; $p = 0.03$). Conclusions. Application of software allows to take into account the factors influencing the corneal stiffness index, to evaluate the corneal biomechanical properties before and after corneal collagen crosslinking.

Keywords: keratoconus, corneal stiffness index, corneal collagen crosslinking.

Исследование жесткости роговицы в современной офтальмологии используется для ранней диагностики кератэктазий, анализа биомеханических изменений в роговице при различных стадиях заболевания, а также может применяться для оценки эффективности

кератостабилизирующих операций, повышения точности измерения внутриглазного давления (ВГД) после хирургического вмешательства на роговице [1-4].

В последние годы применение Шаймпфлюг-анализатора Pentacam HR и бесконтактного тонометра с воздушным импульсом фиксированной силы Corvis ST (OCULUS Optikgeräte GmbH; Wetzlar, Germany) позволило, на основе высокой скорости визуализации деформации роговицы, проводить суммарную оценку топографических, топографических и биомеханических свойств роговицы [5-11].

В клинической практике значимым явилось изучение влияния различных факторов на величину жесткости роговицы [12-15]. На основании многофакторного анализа авторами было предложено определение показателя биомеханической устойчивости роговицы (Cbs), который определяли с помощью разработанного программного обеспечения, учитывающего влияние на параметр жесткости роговицы (SPA1) минимальной толщины роговицы и уровня внутриглазного давления [16].

Цель – изучить изменение параметра жесткости роговицы у пациентов с кератоконусом до и после кросслинкинга роговичного коллагена.

Материал и методы

Анализ биомеханических свойств роговицы выполнен у 40 пациентов (40 глаз) с I и II стадиями кератоконуса до и после кросслинкинга роговичного коллагена (КРК). Проводилась оценка параметра жесткости роговицы (Stiffness Parameter, SP-A₁), определяемого с помощью Pentacam HR и Corvis ST (OCULUS, Germany), а также коэффициента биомеханической устойчивости (Cbs), который определяли с помощью программного обеспечения. Средний возраст пациентов составил 28,3±6,4 лет (M±σ). Среднее значение сферозквивалента рефракции было равно -1,68±1,9 дптр, передне-заднего размера глаза 24,0±0,9 мм, минимальной толщины роговицы 500,3±31,2 мкм. У всех пациентов выявлена начальная стадия кератоконуса (M±σ).

Некорригированная и максимально корригированная острота зрения (НКОЗ и МКОЗ) определялась у пациентов по данным визометрии. Авторефрактометрия выполнялась в обычных условиях и при медикаментозной циклоплегии с расчетом сферозквивалента рефракции. По данным оптической биометрии проводилось измерение передне-заднего размера глазного яблока (ПЗО). Исследование топографических, топографических осуществлялось с помощью Pentacam HR: определяли среднее значение кератометрии (Km) и минимальное значение пахиметрии (MTP – минимальная толщина роговицы).

Биомеханические показатели роговицы изучали с помощью Corvis ST (OCULUS Optikgeräte GmbH; Wetzlar, Germany). Параметр жесткости роговицы (Stiffness Parameter (SPA₁)) рассчитывался с учетом силы воздушного импульса, воздействующего на поверхность роговицы и уровня внутриглазного давления (bIOP), регистрируемого во время первой аппланации. Смещение роговицы в момент первой аппланации регистрировалось как амплитуда отклонения A₁.

$SPA_1 = (AP_1 - bIOP) / A_1$, где AP₁ – сила воздушного импульса в момент первой аппланации роговицы, bIOP – биомеханически скорректированное ВГД, A₁ – амплитуда отклонения роговицы в момент первой аппланации.

Для оценки значений показателя жесткости роговицы у здоровых лиц с учетом влияния минимальной толщины роговицы (MTP) и биомеханически компенсированного ВГД (bIOP) использовали следующую формулу:

$SPA_1 \text{ n} = -65,5108 + 0,2836 * x + 2,3329 * y$, где x – MTP, мм, y – bIOP, мм рт.ст. Все коэффициенты данного уравнения были статистически достоверны (p<0,05). Данная формула была получена исследователями на основании многофакторного регрессионного анализа у 173 здоровых лиц (173 глаза) [17]. Из формулы видно, что с увеличением толщины роговицы и с увеличением значений bIOP возрастают значения жесткости роговицы у здоровых лиц.

Для оценки значений показателя жесткости роговицы у пациентов с кератоконусом использовали также формулу, учитывающую влияние MTP и bIOP:

$SPA_1 k = 4,5646 * x + 0,2815 * y - 129,5347$, где y – МТР, мкм, x – bIOP, мм рт.ст. [17]. Все коэффициенты данного уравнения были статистически достоверны ($p < 0,05$).

Данные формулы легли в основу программного обеспечения: для каждого пациента рассчитывались значения жесткости роговицы как для здорового глаза (SPA_n), так и для кератоконуса (SPA_k), которые в дальнейшем сравнивались с данными исследования, полученными при измерении жесткости роговицы у пациента (SPA_p) с помощью Corvis ST. Для проведения сравнительного анализа определялось также значение жесткости роговицы (SPA_0), которое было равно удалено от значения для здорового глаза и от пациента с кератоконусом, являясь границей:

$$SPA_0 = \frac{SPA_{1n} - SPA_{1k}}{2} + SPA_{1p}$$

Для определения выраженности отклонения показателя жесткости роговицы от границы (SPA_0) определяли коэффициент биомеханической устойчивости (Cbs) по формуле: $Cbs = (SPA_{1p} / SPA_0) * 100 - 100$, который вычисляли в процентах (%). Значения со знаком (+) указывали, что биомеханические свойства роговицы выше значения границы (SPA_0), а со знаком минус (-) соответственно ниже значения SPA_0 , что может указывать на проявление кератоконуса.

Для анализа результатов были использованы методы вариационной статистики: расчеты проводились в программе STATISTICA 10.0 (StatSoft, США) для Windows (Microsoft Corporation, США). Для сравнительного анализа зависимых переменных определяли критерий Уилкоксона. Различия оценивали как статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

До выполнения КРК среднее значение параметра жесткости роговицы (SPA_1) было равно $77,5 \pm 15,1$ мм рт.ст./мм. Через 1 и 6 мес. после операции проводились повторные измерения параметра SPA_1 , которые составили: $76,4 \pm 13,9$ мм рт.ст./мм и $81,1 \pm 13,3$ мм рт.ст./мм, соответственно. Через 12 мес. после хирургического лечения отмечалось повышение SPA_1 на 7,7% - до $83,5 \pm 13,8$ мм рт.ст./мм ($M \pm \sigma$). Однако различие между значениями SPA_1 было статистически недостоверным ($Z = -1,4$; $p = 0,17$).

Коэффициент биомеханической устойчивости (Cbs) у пациентов с кератоконусом после КРК повысился на 8,0 % с $-15,5 \pm 13,4\%$ до $-7,5 \pm 9,9\%$. Различие между значениями Cbs было статистически достоверным ($Z = 2,1$; $p = 0,03$). Полученные результаты указывают, что в оценке параметра жесткости роговицы следует учитывать влияние таких факторов как минимальная толщина роговицы и уровень биомеханически скорректированного ВГД. Данный подход с определением показателя Cbs позволил подтвердить положительный кератостабилизирующий эффект проведенных операции КРК.

Выводы. Применение программного обеспечения позволяет учитывать факторы, оказывающие влияние на показатель жесткости роговицы, проводить оценку биомеханических свойств роговицы до и после кросслинкинга роговичного коллагена.

1. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer // J Cataract Refract Surg. 2005;31:156–162.
2. Азнабаев Б.М., Загидуллина А.Ш., Лакман И.А., Исламова Р.Р., Саттарова Р.Р. Взаимосвязи между биомеханическими свойствами корнеосклеральной оболочки и морфометрическими показателями глаза у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой // Офтальмология. 2019;16(3):335-343.
3. Бубнова И.А., Асатрян С.В. Биомеханические свойства роговицы и показатели тонометрии // Вестник офтальмологии. 2019;135(4):27-32.
4. Иомдина Е.Н., Петров С.Ю., Антонов А.А., Новиков И.А., Пахомова И.А., Арчаков А.Ю. Корнеосклеральная оболочка глаза: возможности оценки биомеханических свойств в норме и при патологии // Офтальмология. 2016;13(2):62-68.
5. Dupps W.J., Wilson S.E. Biomechanics and wound healing in the cornea // Exp. Eye Res. 2006;83:709–720.
6. Dupps W.J. Biomechanical modeling of corneal ectasia // J Refract Surg. 2005;21: 186–190.
7. Dupps W.J. Hysteresis: new mechanospeak for the ophthalmologist // J Cataract. Refract. Surg. 2007;33:1499–1501.
8. Ambrosio R.Jr., Nogueira L.P., Caldas D.L., Fontes B.M., Luz A., O Casal J., Alves M.R., Belin M.W. Evaluation of corneal shape and biomechanics before LASIK // Int. Ophthalmol. Clin. 2011; 51: 11-38.

9. Ambrosio R.Jr., Ramos I., Luz A., Faria F.C., Steinmueller A., Krug M., Belin M.W., Roberts C.J. Dynamic ultrahigh speed Scheimpflug imaging for assessing corneal biomechanical properties // Rev. Bras. Ophthalmol. 2013; 72:99102.
10. Huseynova T., Waring G.O. 4th, Roberts C.J., Krueger R.R., Tomita M. Corneal biomechanics as a function of intraocular pressure and pachymetry by dynamic infrared and Scheimpflug imaging analysis in normal eyes // Am J. Ophthalmol. 2014; 57:885-893.
11. Salomao M.Q., Esposito A., Dupps W.J. Advances in anterior segment imaging and analysis // Curr. Opin Ophthalmol. 2009; 20: 324–332.
12. Ambrosio R.Jr., Lopes B.T., Faria-Correia F., Salomão M.Q., Jens Bühren J., Roberts C.J., Elsheikh A., Vinciguerra R., Vinciguerra P. Integration of Scheimpflug-Based Corneal Tomography and Biomechanical Assessments for Enhancing Ectasia Detection // J Refract. Surgery. 2017; 33(7): 434-444.
13. Fontes B.M., Ambrosio R. Jr., Alonso R.S., et al. Corneal biomechanical metrics in eyes with refraction of – 19.00 to + 9.00 D in healthy Brazilian patients // J. Refract. Surg. 2008;24:941-945.
14. Elsheikh A., Wang D., Pye D. Determination of the modulus of elasticity of the human cornea // J. Refract. Surg. 2007;23:808–818.
15. Vinciguerra R., Elsheikh A., Roberts C.J., Ambrósio R.Jr., Kang DCY, Lopes B.T., Morengi E., Azzolini C., Vinciguerra P. Influence of pachymetry and intraocular pressure on dynamic response parameters in healthy patients // J. Refract. Surgery. 2016; 32: 550-561.
16. Roberts C.J., Mahmoud A.M., Bons J.P., Hossain A., Elsheikh A., Vinciguerra R., Vinciguerra P., Ambrósio R.Jr. Introduction of Two Stiffness Parameters at Interpretation of Air Puff Induced Biomechanical Deformation Response Parameters with a Dynamic Scheimpflug Analyser // J Refract. Surg. 2017; 33(4): 266-273.
17. Солодкова Е.Г., Балалин С.В., Фокин В.П. К вопросу о влиянии факторов на биомеханические свойства роговицы в норме и при прогрессирующем кератоконусе // Вестник ВолгГМУ.-2023;1.С. 12-16.

**Орлина М.А., Зимина Е.А., Наджафов Х.А., Боровская Е.И., Малёнкина Т.О.
Липополисахарид: эндотоксин или экзогенный гормон?**

*Медицинский университет «Реавиз»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-08

Аннотация

Традиционные модели патогенеза сепсиса предполагают, что микроорганизмы или их продукты обязательно вредны для хозяина. В отличие от этого, эволюционная перспектива предполагает, что взаимодействия хозяин-микроб представляют собой симбиотическую модель и что заболевание является результатом нарушения взаимовыгодного гомеостатического состояния. Липополисахарид (ЛПС) грамотрицательных бактерий является прототипом триггера сепсиса и мишенью для разработки новых терапевтических средств. Биологические механизмы, лежащие в основе распознавания ЛПС и реакции на него, в большей степени характерны для гормона, чем для токсина. Все млекопитающие несут эндогенные запасы ЛПС и экспрессируют выделенные белки-переносчики, комплекс клеточных рецепторов и механизмы, которые специфически противодействуют реакции на ЛПС. Нарушение любого компонента этой сложной системы распознавания ставит под угрозу защитные силы организма против заражения экзогенными микроорганизмами.

Таким образом, ЛПС является эндотоксином в меньшей степени, чем экзогормоном, и его нейтрализация потенциально может привести либо к пользе, либо к вреду.

Ключевые слова: липополисахарид, эндотоксин, экзогенный гормон, иммунный ответ, воспаление, бактериальная инфекция, микроорганизмы, токсин, иммунная система, рецепторы, цитокины, патологический процесс.

Abstract

Traditional models of sepsis pathogenesis assume that microorganisms or their products are necessarily harmful to the host. In contrast, an evolutionary perspective suggests that host-microbe interactions represent a symbiotic model and that disease is the result of a disruption in mutually beneficial homeostasis. Lipopolysaccharide (LPS) from gram-negative bacteria is the prototype trigger of sepsis and a target for the development of new therapeutic agents. The biological mechanisms

underlying the recognition of LPS and the response to it are more akin to a hormone than a toxin. All mammals carry endogenous stores of LPS and express dedicated carrier proteins, a complex array of cell receptors, and specific mechanisms that counteract the response to LPS. Impairment of any component of this intricate recognition system jeopardizes the body's defense against exogenous microbial infections.

Thus, LPS is an endotoxin to a lesser extent than an exohormone, and its neutralization can potentially lead to either benefit or harm

Keywords: lipopolysaccharide, endotoxin, exogenous hormone, immune response, inflammation, bacterial infection, microorganisms, toxin, immune system, receptors, cytokines, pathological process.

Введение:

Долгое время ЛПС рассматривался исключительно как эндотоксин, способный вызывать воспалительные реакции в организме. Однако недавние исследования показывают, что ЛПС также имеет гормональные свойства, влияющие на различные органы и системы, и способен регулировать иммунные и воспалительные процессы. Незначительное количество ЛПС, выделяющихся при инфекции, могут вызывать мощные иммунные реакции, защищающие организм от дальнейшего заражения. Однако, если реакция на ЛПС не контролируется должным образом, это может привести к септическому шоку. Общая структура ЛПС у разных видов бактерий распознается каскадом рецепторов и вспомогательных белков, что объясняет, как наша иммунная система различает ЛПС и молекулы хозяина. Это также может помочь в разработке лекарств от сепсиса. Обзор представляет данные о восприимчивости к эндотоксинам и их влиянию на механизмы действия. Дополнительные наблюдения, полученные с помощью экспериментальных моделей, обеспечивают основу для дальнейших исследований роли эндотоксинов в предотвращении и лечении сепсиса, вызванного грамотрицательными бактериями.

Тяжесть и длительность гнойно-воспалительных заболеваний разных локализаций напрямую соотносятся с концентрацией бактериального эндотоксина (ЛПС) в крови. Детектирование этого показателя и его изменений в процессе лечения помогает уточнить стратегию терапии и своевременно внести коррективы.

Бактериальный эндотоксин представляет собой постоянный структурный компонент внешней клеточной стенки. Молекула ЛПС состоит из липида А (являющегося базовой частью или ядром) и О-специфической цепи полисахарида, содержащей повторяющиеся идентичные полисахаридные последовательности. В отличие от экзотоксинов, ЛПС в основном выделяется во внешнюю среду в результате разрушения бактериальных клеток.

Недавние исследования показывают, что ЛПС может также выполнять роль экзогенного гормона. Это означает, что он может быть передан от одного организма другому и оказывать эффект на организм-реципиент. Это свойство ЛПС уникально для бактерий и его роль как экзогенного гормона пока еще недостаточно исследована. Предполагается, что ЛПС может оказывать такие эффекты как улучшение иммунной функции, стимуляция роста, развития организмов, а также регуляция обмена веществ. Однако, точные механизмы действия ЛПС в качестве экзогенного гормона до сих пор не ясны и требуют дальнейших исследований.

Материалы и методы: Был использован экспериментальный подход для изучения влияния инфекционно-воспалительных заболеваний матери на беременность. В нормальном течении беременности уровень некоторых белков и цитокинов, таких как TLR-4 и СРБ, повышается в период инвазии трофобласта. Однако, если этот цитокиновый профиль продолжает изменяться в сторону про-воспалительных цитокинов, это может привести к проблемам в плаценте и прерыванию беременности. Возможно, что причиной раннего прерывания беременности может быть внедрение патогенных грамотрицательных бактерий, вызывающих изменения в иммунной системе. Инфекции могут быть причиной до 40% преждевременных родов. Это предположение было подтверждено экспериментами на животных, в которых введение бактерий в середине беременности вызывало преждевременные

роды. У мышей, у которых были введены определенные клетки, прорезистентных к этим бактериям, преждевременные роды не наблюдались. Таким образом, бактериальные инфекции могут стимулировать активацию простагландинов и приводить к преждевременному началу родовой деятельности.

Также был проведен опыт, проведенный над крысами, связанный с воздействием липополисахаридов (LPS) на организм.

Липополисахариды (ЛПС) являются компонентом внешней мембраны грамотрицательных бактерий. Взаимодействие организма с ЛПС может вызывать различные иммунные и воспалительные реакции. Часто ЛПС рассматривают как эндотоксин - токсическое вещество, выделяемое внутрь бактерий, которое может вызывать воспаление и повреждать организм.

Однако в некоторых исследованиях было обнаружено, что ЛПС также может влиять на организм как экзогенный гормон - вещество, поступающее извне организма. Некоторые исследования показали, что низкие концентрации ЛПС могут иметь противовоспалительное и иммуномодулирующее действие, в то время как высокие концентрации могут вызвать проинфламаторные реакции.

Крысам вводились различные дозировки ЛПС, чтобы понять, как происходит его влияние на иммунную систему, а также воспаление и другие биологические показатели

Результаты исследования показали, что низкие дозы ЛПС могут стимулировать иммунную систему и иметь противовоспалительное действие. Однако, при введении высоких доз ЛПС, наблюдалось развитие сильных воспалительных процессов, которые могут быть вредными для организма.

Таким образом, можно сказать, что эффекты ЛПС на организм могут зависеть от их концентрации и введенной дозы. Более низкие дозы могут иметь положительное влияние на иммунную систему, в то время как высокие дозы могут вызывать воспаление и повреждение организма.

Роль летальных патогенных штаммов (ЛПС) в вызывании токсического шока при чуме и сибирской язве не вызывает сомнений. Бактерия *Yersinia pestis* активно распространяется в различных экосистемах, где находятся более 200 видов грызунов и насекомых, которые являются их носителями и переносчиками. Низкая выживаемость зараженных микробом грызунов является важным фактором для непрерывного поддержания цикла передачи инфекции в природе.

Заключение: Исследования показывают, что липополисахарид является эндотоксином, который производится грамотрицательными бактериями и может вызывать различные воспалительные реакции в организме. Этот эндотоксин играет важную роль в инфекционных процессах и может вызывать серьезные осложнения, такие как сепсис.

Одновременно с этим, некоторые исследования показывают, что липополисахарид может также воздействовать на организм как экзогенный гормон. Он может влиять на активность иммунной системы, обмен веществ и ферментативные процессы. Кроме того, липополисахарид может иметь влияние на эндокринную систему, в особенности на некоторые гормоны, такие как норадреналин и кортикостероиды.

Однако, несмотря на то что липополисахарид может влиять на некоторые гормональные процессы, его основное воздействие все же является эндотоксическим. Важно отметить, что влияние липополисахарида на организм может быть различным в зависимости от условий его присутствия и концентрации.

Таким образом, липополисахарид может быть рассмотрен как эндотоксин, который вызывает воспалительные реакции в организме, однако необходимы дальнейшие исследования для более полного понимания его влияния на гормональные процессы.

1. Бодэ Дж.Г., Эллинг К., Хойссингер Д. Реакция макрофагов на ЛПС и его контроль через ось p38(MAPK)-STAT3. Клетка. Сигнал. 2012 г.; 24(6):1185-1194.

2. Бойтлер Б., Ритшель Э.Т. Врожденная иммунная чувствительность и ее корни: история эндотоксина. Нат. Преподобный Иммунол. 2003 г.; 3(2):169-176.
3. Де Кастро К., Паррилли М., Холст О., Молинаро А. Молекулярные закономерности, связанные с микробами, во врожденном иммунитете: экстракция и химический анализ грамтрицательных бактериальных липополисахаридов. Методы Энзимол. 2010 г.; 480:89-115.
4. Захарова О., Коган Г. Биохимические и молекулярные события биосинтеза ЛПС в *Escherichia coli*: выяснение структурных промежуточных продуктов на этом пути. ФЭМС Микробиол. Версия 1999 г.; 23(4):499-519.
5. Кросс, А.С. Современные концепции толерантности к эндотоксинам в исторической перспективе. Дж. Эндотоксин Рез. 2002 г.; 8(2):83-98.
6. Моррисон Д.К., Райан Дж.Л. Эндотоксины и механизмы заболеваний. Анну. Преподобный Мед. 1987 год; 38:417-432.
7. Раец, К.Р., Уитфилд, К. Липополисахаридные эндотоксины. Анну. Преподобный Биохим. 2002 г.; 71:635-700.
8. Раец, К.Р.Х., Рейнольдс, К.М., Трент, М.С., Бишоп, Р.Е. Системы модификации липида А у грамтрицательных бактерий. Анну. Преподобный Биохим. 2007 г.; 76:295-329.
9. Ритшель Э.Т., Брейд Х., Холст О., Брейд Л., Мюллер-Лоннис С., Мамат У., Зарингер У., Бекманн Ф., Зейдел У. Бактериальный эндотоксин: химическое строение, биологическое распознавание, реакция хозяина и иммунологическая детоксикация. Курс. Вершина. Микробиол. Иммунол. 1996 год; 216:39-81.
10. Шромм А.Б., Бранденбург К., Лопшноу Х., Моран А.П., Кох М.Х., Ритшель Э.Т., Зейдел У. Биологическая активность липополисахаридов определяется формой их липидной А-части. Евро. Дж. Биохим. 2000 г.; 267(7):2008-2013.

Петров В.А.¹, Жукова О.В.^{1,2} Волнухин В.А.¹, Трошина Е.А.³, Юкина М.Ю.³, Нуралиева Н.Ф.³ Торчинский Н.В.⁴

Аутоиммунный тиреоидит у больных витилиго с поздним началом заболевания

¹*«Московский научно-практический Центр дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения г. Москвы»*

²*Медицинский институт ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России*

³*«Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации»*

⁴*Институт общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, Сеченовский Университет (Россия, Москва)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-09

Аннотация

Витилиго – приобретенное хроническое заболевание аутоиммунной природы, характеризующееся появлением на коже депигментированных пятен вследствие уменьшения количества меланоцитов. Заболевание чаще развивается в детстве, но может возникнуть в любом возрасте. В ряде исследований показано, что у пациентов с витилиго распространенность аутоиммунных заболеваний щитовидной железы превышает таковую в общей популяции. Кроме того, имеются публикации о более высокой распространенности патологии щитовидной железы у пациентов с поздним началом витилиго, по сравнению с ранним дебютом заболевания. В отечественной литературе работы, посвященные данному вопросу, отсутствуют. Целью настоящего исследования явилась оценка частоты встречаемости аутоиммунного тиреоидита (АИТ) у пациентов с ранним и поздним началом витилиго. В исследование были включены 53 пациента с несегментарным и сегментарным типом витилиго: 31 пациент с ранним началом заболевания (до 12-летнего возраста) и 22 пациента с поздним дебютом заболевания (после 30-летнего возраста). В результате проведенных исследований у пациентов с поздним началом витилиго выявлена высокая частота встречаемости АИТ (в 50% случаев), превышавшая аналогичный показатель в группе пациентов с ранним дебютом заболевания, а также показатель распространенности АИТ в общей популяции. При ассоциации витилиго с АИТ почти в половине случаев появление депигментированных пятен предшествовало манифестации эндокринной патологии. Полученные данные обосновывают

целесообразность скринингового обследования пациентов с витилиго, особенно с поздним началом заболевания с целью раннего выявления сопутствующих эндокринопатий.

Ключевые слова: витилиго, раннее начало заболевания, позднее начало заболевания, аутоиммунный тиреоидит, ассоциации.

Abstract

Vitiligo is an acquired chronic autoimmune disease characterized by the appearance of depigmented spots on the skin due to a decrease in the number of melano-cytes. The disease develops more often in childhood, but can occur at any age. A number of studies have shown that in vitiligo patients the prevalence of autoimmune thyroid disease is higher than in the general population. In addition, there are publications on a higher prevalence of thyroid pathology in patients with late onset of vitiligo, compared with the early onset of the disease. There are no works on this issue in the domestic literature. The aim of this study was to assess the frequency of occurrence of autoimmune thyroiditis (AIT) in patients with early and late onset of vitiligo. The study included 53 patients with non-segmental and segmental type of vitiligo: 31 patients with early onset of the disease (before 12 years of age) and 22 patients with late onset of the disease (after 30 years of age). As a result of the conducted studies in patients with late onset vitiligo revealed a high frequent occurrence of AIT (in 50% of cases), which exceeded the similar indicator in the group of patients with early onset of the disease, as well as the prevalence of AIT in the general population. In vitiligo patients associated with AIT, in almost half of cases the appearance of depigmented spots preceded the endocrine pathology. The obtained data substantiate the expediency of screening examination of vitiligo patients, especially with late onset of the disease in order to early detect concomitant endocrinopathies.

Keywords: vitiligo, early disease onset, late disease onset, autoimmune thy-roiditis, associations.

Витилиго – приобретенное хроническое заболевание, характеризующееся появлением на коже и слизистых оболочках депигментированных пятен вследствие уменьшения количества функционально активных меланоцитов. Этиология заболевания не известна, в патогенезе витилиго важную роль играют генетические факторы, аутоиммунные и аутоксические механизмы, окислительный стресс [1, 2].

Витилиго может возникнуть в любом возрасте, но чаще развивается в детстве; дебют заболевания до 12-летнего возраста встречается у 32–37% пациентов [3]. Вместе с тем, имеются публикации, свидетельствующие о бимодальном характере начала заболевания [4-9]. Выделяют раннее и позднее начало витилиго, хотя общепринятого определения этих понятий не разработано. В имеющихся публикациях ранним началом обычно обозначают дебют витилиго в возрасте младше 10-12 лет, поздним началом - в возрасте старше 30-50 лет. Считается, что пациенты с ранним и поздним началом витилиго имеют различия по некоторым клинико-эпидемиологическим характеристикам, касающимся отягощенности семейного анамнеза, активности течения и тяжести заболевания, ассоциаций с коморбидной, в том числе аутоиммунной, патологией.

В систематических обзорах С. Vrijman и соавт. (2012) и J.H. Lee и соавт. (2023) показано, что у пациентов с витилиго распространенность аутоиммунных заболеваний щитовидной железы превышает таковую в общей популяции; у больных витилиго она варьирует от 1,61% до 37%, в популяции составляет 1% [10, 11]. Кроме того, имеются публикации о более частой встречаемости патологии щитовидной железы у пациентов с поздним началом витилиго, по сравнению с ранним дебютом заболевания [12, 13]. В отечественной литературе данный вопрос практически не освещен.

Цель исследования

Оценить частоту встречаемости аутоиммунного тиреоидита у пациентов с ранним и поздним началом витилиго.

Материалы и методы

В исследование были включены пациенты с витилиго, обратившиеся на консультацию в Отдел оказания специализированной медицинской помощи **Московского научно-практического Центра дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения г. Москвы** в период с 2019 по 2023 гг. Все участники исследования были обследованы эндокринологом в ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России с целью выявления эндокринной патологии.

Статистическую обработку проводили с помощью пакетов программного обеспечения Statistica 10 и Microsoft Excel (2016). Качественные параметры представляли в виде частот встречаемости признаков в процентах от общего числа пациентов в соответствующих группах, количественные параметры – в формате медиан и квартилей (Me [Q1; Q3]). Сравнение качественных признаков проводили с использованием точного критерия Фишера, количественных признаков - с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни для малых выборок. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование были включены 53 пациента с несегментарным и сегментарным типом витилиго: 31 пациент с ранним началом заболевания (до 12-летнего возраста) и 22 пациента с поздним дебютом заболевания (после 30-летнего возраста). Основные клинические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика пациентов с ранним и поздним началом витилиго.

Показатели	Пациенты с ранним началом витилиго (до 12 лет, n=31)	Пациенты с поздним началом витилиго (после 30 лет, n=22)	P
Пол, - мужчины, n (%) - женщины, n (%)	10 (32,3%) 21 (67,7%)	4 (18,2%) 18 (81,8%)	0,34
Возраст, лет (Me [Q1; Q3])	10,0 [8,0-16,0]	52,5 [41,0-57,5]	<0,0001
Тип витилиго: - несегментарный, n (%) - сегментарный, n (%)	28 (90,3%) 3 (9,7%)	22 (100%) 0	0,2
Длительность витилиго, лет (Me [Q1; Q3])	3,5 [1,5-7,0]	4,5 [1,8-9,3]	0,82
Индекс VIDA, баллы (Me [Q1; Q3])	1 [0-2]	1 [0-2]	0,55
Площадь поражения, процент (Me [Q1; Q3])	3,4 [1-9,1]	4,5 [0,5-9,2]	0,94
<u>Отягощенность семейного анамнеза по:</u> - витилиго, n (%) - АЗ, n (%) - АЭЗ, n (%) - ЗЦЖ, n (%) - АИТ, n (%)	8 (25,8%) 10 (32,3%) 3 (9,7%) 5 (16,1%) 3 (9,7%)	5 (22,7%) 11 (50%) 7 (31,8%) 6 (27,3%) 4 (18,2%)	0,85 0,17 0,28 0,50 0,61
Возраст начала витилиго, лет (Me [Q1; Q3])	7,0 [4,0-9,0]	42,5 [35,3-52]	<0,0001
Частота встречаемости АИТ, n (%)	3 (9,7%)	11 (50%)	0,002

Примечание. P – Статистически значимые различия между группами пациентов; VIDA – индекс активности течения витилиго; АЗ - аутоиммунные заболевания (за

исключением витилиго); АЭЗ – аутоиммунные эндокринные заболевания; ЗЩЖ – заболевания щитовидной железы (аутоиммунные и неаутоиммунные); АИТ – аутоиммунный тиреоидит.

Группа с ранним началом витилиго включала как детей, так и взрослых пациентов, группа с поздним началом включала только взрослых больных. В обеих группах преобладали пациенты женского пола. В группе с ранним началом витилиго у 28 (90,3%) пациентов установлен несегментарный тип витилиго, у 3 (9,7%) пациентов – сегментарный тип; в группе с поздним началом заболевания у всех пациентов диагностирован несегментарный тип витилиго.

При анализе полученных данных установлено, что группы статистически значимо различались по частоте ассоциации витилиго с аутоиммунным тиреоидитом ($P < 0,002$, табл. 1). В группе с ранним началом заболевания АИТ был выявлен у 3 пациентов (9,7%): у 2 пациенток (в возрасте 11 и 16 лет) с несегментарным типом заболевания и 1 пациента (в возрасте 10 лет) с сегментарным типом. У 1 пациентки витилиго появилось за 2 года до манифестации АИТ, у двух других пациентов – одновременно с АИТ. В группе с поздним началом заболевания АИТ был выявлен у 11 (50%) пациентов в возрасте 39-63 лет. У 5 (45,5%) больных витилиго развилось за 1 год - 8 лет до манифестации АИТ, у 1 (9%) больного – одновременно с АИТ, у 5 (45,5%) больных спустя 15-23 года после возникновения тиреоидита. Среди больных с сопутствующим аутоиммунным тиреоидитом, также, как и в целом по группам, преобладали пациенты женского пола.

Кроме того, у пациентов с поздним началом витилиго чаще встречалась отягощенность семейного анамнеза по аутоиммунным заболеваниям (в 1,5 раза), аутоиммунным эндокринным заболеваниям (в 3,3 раза), заболеваниям щитовидной железы (в 1,7 раза) и аутоиммунному тиреоидиту (в 1,9 раза), однако различия между группами были статистически незначимыми.

Обсуждение

В результате проведенных исследований у пациентов с поздним началом витилиго нами выявлена высокая частота встречаемости АИТ (50%), значительно превышающая значения популяционных показателей. Так, распространенность АИТ среди женщин старше 60 лет (наиболее уязвимой по АИТ группе населения) составляет 6-11% [14].

Согласно полученным нами данным, частота встречаемости АИТ у пациентов с поздним началом витилиго превышала аналогичный показатель в группе пациентов с ранним дебютом заболевания. Эти результаты согласуются с данными некоторых зарубежных исследований. Так, в работе Е. Nicolaidou и соавт. (2012) при обследовании 233 пациентов с витилиго заболевания щитовидной железы в группе с ранним началом заболевания были выявлены в 18% случаев, тогда как в группе с поздним началом заболевания – в 42% случаев ($P < 0,01$) [12]. Аналогичные результаты были получены в исследовании L. Lazzeri и соавт. (2016). При ретроспективном анализе медицинских заключений 191 больного с витилиго авторы выявили аутоиммунные заболевания щитовидной железы при раннем начале витилиго в 10,6% случаев, при позднем начале заболевания – в 25% случаев ($P < 0,02$) [13].

Тем не менее, учитывая, что в нашем исследовании сравниваемые группы были не сопоставимы по возрасту (табл. 1), поскольку в группу пациентов с ранним началом витилиго кроме взрослых входили дети, интерпретировать полученные различия по частоте встречаемости АИТ в группах необходимо с осторожностью. Следует иметь в виду, что у детей, вошедших в группу с ранним дебютом витилиго, вероятность развития АИТ в течение жизни также может быть достаточно высокой, в связи с чем за ними требуется тщательное динамическое наблюдение.

Выводы

1. В результате проведенных исследований у пациентов с поздним началом витилиго установлена высокая частота встречаемости аутоиммунного тиреоидита.

2. При ассоциации витилиго с аутоиммунным тиреоидитом почти в половине случаев появление депигментированных пятен предшествовало манифестации эндокринной патологии.
3. Полученные данные обосновывают целесообразность проведения скринингового обследования пациентов с витилиго, особенно с поздним началом заболевания с целью раннего выявления сопутствующих эндокринопатий.

1. Rodrigues M, Ezzedine K, Hamzavi I, Pandya AG, Harris JE; Vitiligo Work-ing Group. New discoveries in the pathogenesis and classification of vitiligo. *J Am Acad Dermatol.* 2017;77(1):1-13. doi: 10.1016/j.jaad.2016.10.048.
2. Bergqvist C, Ezzedine K. Vitiligo: A Review. *Dermatology.* 2020;236(6):571-592. doi: 10.1159/000506103.
3. Ezzedine K, Eleftheriadou V, Whitton M, van Geel N. Vitiligo. *Lancet.* 2015 Jul 4;386(9988):74-84. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60763-7.
4. Dogra S, Parsad D, Handa S, Kanwar AJ. Late onset vitiligo: a study of 182 patients. *Int J Dermatol.* 2005;44(3):193-196. doi: 10.1111/j.1365-4632.2004.01948.x.
5. Al-Mutairi N, Al-Sebeih KH. Late onset vitiligo and audiological abnormalities: is there any association? *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2011;77(5):571-576. doi: 10.4103/0378-6323.84059.
6. Kanwar AJ, Mahajan R, Parsad D. Effect of age at onset on disease characteristics in vitiligo. *J Cutan Med Surg.* 2013;17(4):253-258. doi: 10.2310/7750.2013.12075.
7. Teulings HE, Ceylan E, Overkamp M, Vrijman C, Bos JD, Nijsten TE, Wolkerstorfer A, Luiten RM, van der Veen JP. Nonsegmental vitiligo disease duration and female sex are associated with comorbidity and disease extent: a retrospective analysis in 1307 patients aged ≥ 50 years. *Br J Dermatol.* 2016;175(4):821-824. doi: 10.1111/bjd.14640.
8. Kong YL, Ching VHL, Chuah SY, Thng TG. Retrospective study on the characteristics and treatment of late-onset vitiligo. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2017;83(5):625. doi: 10.4103/ijdv.IJDVL_650_16.
9. Mahajan VK, Verma YR, Mehta KS, Chauhan PS, Sharma R, Sharma A, Sharma H, Rana A. Adults with a more extensive body involvement, moderate to extremely severe vitiligo and a prolonged clinical course have an early onset in childhood in addition to other prognostic factors as compared to individuals with later-onset vitiligo. *Australas J Dermatol.* 2021;62(1):e24-e28. doi: 10.1111/ajd.13417.
10. Vrijman C, Kroon MW, Limpens J, Leeftang MM, Luiten RM, van der Veen JP, Wolkerstorfer A, Spuls PI. The prevalence of thyroid disease in patients with vitiligo: a systematic review. *Br J Dermatol.* 2012;167(6):1224-1235. doi: 10.1111/j.1365-2133.2012.11198.x.
11. Lee JH, Ju HJ, Seo JM, Almurayshid A, Kim GM, Ezzedine K, Bae JM. Comorbidities in Patients with Vitiligo: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Invest Dermatol.* 2023;143(5):777-789. doi: 10.1016/j.jid.2022.10.021.
12. Nicolaidou E, Antoniou C, Miniati A, Lagogianni E, Matekovits A, Stratigos A, Katsambas A. Childhood- and later-onset vitiligo have diverse epidemiologic and clinical characteristics. *J Am Acad Dermatol.* 2012;66(6):954-958. doi: 10.1016/j.jaad.2011.07.010.
13. Lazzeri L, Colucci R, Cammi A, Dragoni F, Moretti S. Adult Onset Vitiligo: Multivariate Analysis Suggests the Need for a Thyroid Screening. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8065765. doi: 10.1155/2016/8065765.
14. Свиридонова М.А., Панфилова Е.А. Трошина Е.А. Хронический аутоиммунный тиреоидит // Сборник методических рекомендаций (в помощь практическому врачу) / под ред. Е.А. Трошиной. – Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2017. – С. 21-40.

Сагдатова А.А.¹, Власова Н.А.², Загидуллин Ш.З.², Загидуллин Н. Ш.²

Развитие колоректального рака при язвенном колите

¹ГБУЗ РБ Городская клиническая больница № 21

²ФГБОУ ВО «Башкирский Государственный Медицинский Университет

(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/iip-12-2023-10

Аннотация

В клиническом наблюдении продемонстрировано лечение рака толстой кишки у молодого пациента, длительно страдающего (около 10 лет) тяжелой формой язвенного колита, у которого была диагностирована злокачественная опухоль ректосигмоидного отдела толстой кишки. Больному выполнено стандартное хирургическое вмешательство, при этом соблюдены все онкологические принципы лечения рака толстой кишки. Больному выполнена субтотальная

колэктомия, наложен илеосигмоанастомоз с сохранением илеостомы, проведено иссечение метастазов передней брюшной стенки. Учитывая стадию заболевания (T3N1M1), проведена адъювантная полихимиотерапия по схеме XELOX, на фоне 1 курса которой нарастали тяжесть состояния пациента, проявления гепатотоксичности (АЛТ-102,7 ед/л, АСТ- 74,7 ед/л).

Ключевые слова: рак ректосигмоидного отдела толстой кишки, язвенный колит, хирургическое лечение, комплексное лечение.

Abstract

The clinical observation demonstrated the treatment of colon cancer in a young patient with a long-term (about 10 years) severe form of ulcerative colitis, who was diagnosed with a malignant tumor of rectosigmoid colon. The patient underwent standard surgery, while observing all the cancer principles of treatment of colon cancer. The patient performed a subtotal colectomy, imposed ileosigmoidostomy preserving the ileostomy, performed excision of metastases of the anterior abdominal wall. Taking into account the stage of the disease (T3N1M1), adjuvant polychemotherapy was performed according to the XELOX, against the background of 1 course of which the severity of the patient's condition, manifestations of hepatotoxicity (ALT-102.7 u/l, AST - 74.7 u/l).

Keywords: rectosigmoid colon cancer, ulcerative colitis, surgical treatment, complex treatment.

На сегодняшний день хронические воспалительные аутоиммунные заболевания кишечника встречаются довольно часто. Одной из таких патологий является язвенный колит (ЯК).

Данные о реальной распространенности язвенного колита в различных регионах и странах не точны, так как основаны на выборочных материалах различных регионов. В Российской Федерации (РФ) рост данной патологии долгое время не изучался. На данный момент заболеваемость ЯК в РФ варьирует от 80 до 268 больных на 100 000 населения [22]. В Республике Башкортостан в 2019 г. у детей (0-14 лет) составляет - 183 на 100 тыс. населения, взрослого населения - 264,8 на 100 тыс. населения [25].

Серьезным осложнением ЯК является колоректальный рак (КРР) (4-10% случаев), встречающийся при данной патологии активно в экономически развитых странах (Дания - 2 случая на 1000 населения, США - 5 на 1000 населения) [10,18], причем, чаще у детей (6 случаев на 1000 населения), чем у взрослых – 3 случая на 1000 населения и больше у мужчин, чем у женщин (2,6 и 1,9% соответственно) [11, 15]. В 2,5—10,8% случаев ЯК может рассматриваться как факультативное предраковое состояние.

По морфологической картине колоректальный рак при язвенном колите обычно представлен в виде аденокарциномы, слизистого рака, солидного рака, плоскоклеточного рака, недифференцированной формы, скirroзного рака, лимфомы, имеет мультицентрический рост, раннее метастазирование, чаще низкодифференцированный гистологический тип и высокую инвазивность [2, 9]. КРР развивается в результате последовательных изменений: дисплазия или аденома, аденокарцинома.

Основными независимыми факторами риска рака толстой кишки при язвенном колите считают: продолжительность заболевания (в 20 % случаев колоректальная карцинома обнаруживается через 10 лет после начала левостороннего язвенного колита или панколита и в 40% - карцинома встречается через 35 лет после дебюта левостороннего поражения кишечника [8, 11, 13]; КРР протекает агрессивно (от 2 до 15 случаев на 100 тыс. населения по отношению к общепопуляционному) и в половине случаев выявляется на поздних стадиях, с чем связана высокая смертность (до 10% больных воспалительными заболеваниями кишечника (ВЗК) умирают вследствие запущенных форм карциномы) [22,22]; протяженность воспаления в толстой кишке (большинство неоплазий развивается в случае тотального колита в 19 раз чаще, чем в общей популяции); первичный склерозирующий холангит (ПСХ) (присоединение ПСХ повышает риск неоплазии на 50%) [20], неадекватная лекарственная терапия, отсутствие преимущества к лечению, диагностике заболевания и динамическому наблюдению [5, 21,

22]. К вероятным факторам риска относят: начало болезни в раннем возрасте, рак кишечника у родственников, дефицит фолиевой кислоты [17, 21]. В 20–30% случаев КРР осложняется толстокишечной непроходимостью, которая купируется наложением колостомы [15].

Клиническое наблюдение

Пациент А., 36 лет, с начала 2009 года отмечал эпизоды неоформленного стула с примесью крови 2–3 раза в год, самостоятельно применял местные кровоостанавливающие препараты, свечи. Не обследовался, за медицинской помощью не обращался. В конце 2009 года на фоне очередного обострения заболевания обратился к проктологу по месту жительства, когда впервые был выставлен диагноз Язвенный колит, проктит. Лечение принимал нерегулярно. В 2015 году на фоне обострения заболевания проведена колоноскопия, по результату которой выставлен диагноз язвенный колит с тотальным поражением тяжелого течения. После этого неоднократно находился на стационарном лечении в различных стационарах г. Уфы (Городские клинические больницы (ГКБ) № 13, 21). Амбулаторно лечился месалазином, преднизолоном нерегулярно.

В 2019 году поступил в экстренном порядке в гастроэнтерологическое отделение ГКБ № 21 г. Уфа с жалобами на боли по ходу кишечника, вздутие живота, жидкий стул до 6 раз в сутки без примесей крови, выраженную общую слабость и утомляемость, субфебрильную температуру, сухость во рту, снижение аппетита, веса, потерю сознания.

При поступлении общее состояние соответствовало средней степени тяжести. Сознание: ясное. Положение – активное. Конституция: астеник. Кожные покровы бледные. Отеков нет. Язык влажный, обложен белым. Живот округлой формы, мягкий, не напряжен, умеренно увеличен за счет асцита, при поверхностной пальпации – мягкий, болезненный по ходу кишечника. Перитонеальные знаки отрицательные. Печень не увеличена, мягкая, безболезненная. Стул регулярный, кашицеобразный 3 р/д без примесей крови.

Больной обследован, использованы все методы современной диагностики: обнаружена анемия (гемоглобин – 95 г/л), лейкоцитоз (40,8*10⁹/л), тромбоцитоз (884*10⁹/л), сдвиг лейкоформулы влево, повышение СОЭ (45 мм/ч), увеличение уровня СРБ – 61,42 ед/л, в копроцитограмме реакция на скрытую кровь – слабо положительная. Онкомаркеры негативны: СА 19-9 5,3 ед/мл (норма менее 30 ед/мл), РЭА 2,8 нг/мл (норма менее 5 нг/мл). По данным компьютерной томографии с внутривенным контрастированием: обнаружены метастазы в обе доли печени, патологических образований в легких, в забрюшинных лимфатических узлах не выявлено, асцит. По данным эзофагогастродуоденоскопии - поверхностный гастрит, дуоденогастральный рефлюкс желчи. По данным ирригографии: рентген-картина язвенного колита, не исключается заболевание нисходящего отдела толстой кишки (дефект наполнения протяженностью 2,4 см с величиной просвета суженного участка до 0,3 см), участок сужения в нисходящем отделе при раздувании не расправился. По данным колоноскопии: колоноскоп введен до 25 см, складки высокие, перистальтика живая, тонус сохранен, слизистая гиперемирована, с точечными эрозиями, сосудистый рисунок четкий, на этом расстоянии определяется опухолевидное образование: плотное, бугристое образование на широком основании, циркулярно суживающее просвет толстой кишки, далее аппарат непроходим. Заключение: Заболевание толстой кишки. Эрозивный проктосигмоидит. Выполнено гистологическое исследование опухоли, на котором обнаружена высокодифференцированная аденокарцинома.

Опираясь на анамнестические, лабораторно - инструментальные данные больному выставлен клинический диагноз: Рак ректосигмоидного отдела ободочной кишки, возникшего на фоне язвенного колита ст. 4 гр. 4, осложненный метастазами в обе доли печени. Незамедлительно пациент направлен на консультацию к онкологу Республиканского онкологического диспансера (РОД) Республики Башкортостан, где данный диагноз был подтвержден, больной поставлен на диспансерный учет, также назначено оперативное лечение, от которого пациент А. отказался. Через 1 месяц стал отмечать резкую слабость, боли в животе, тошноту, рвоту, отсутствие отхождения газов, вызвав бригаду скорой медицинской помощи, в экстренном порядке в связи с кишечной непроходимостью госпитализирован в

проктологическое отделение Городской клинической больницы № 21 г. Уфа, где была проведена лапаротомия, выведена петлевая илеостома, рекомендована консультация онкопроктолога в РОД. К онко-проктологу больной не обращался.

Затем через 1 месяц пациент повторно поступает в экстренном порядке на стационарное лечение в Республиканскую клиническую больницу им. Г.Г. Куватова с диагнозом рак ректосигмоидного отдела ободочной кишки стадия 4, группа 4, T3N0M1, осложненный метастазами в обе доли печени, в нисходящий отдел ободочной кишки, по передней брюшной стенке, канцероматозом. Проведена лапаротомия, субтотальная колэктомия, наложен илеосигмоанастомоз с сохранением илеостомы, проведено иссечение метастазов передней брюшной стенки, дренирование брюшной стенки.

Спустя 1 месяц, учитывая стадию заболевания, в условиях РОД больному проведена компьютерная томография органов брюшной полости и забрюшинного пространства, где обнаружены метастазы в регионарные лимфоузлы, метастазы в печень, канцероматоз, асцит, признаки кишечной непроходимости. Выставлен основной диагноз: злокачественное новообразование ректосигмоидного соединения, рак ректосигмы стадия 4, группа 4, T3N1M1, осложненное метастазами в печень, канцероматозом. Согласно гистологическим данным выявлена высокодифференцированная аденокарцинома.

В условиях РОД начат 1 курс адьювантной полихимиотерапии в режиме XELOX: оксалиплатин 130 мг/м² - 180 мг внутривенно капельно в течение 2 часов 1 день, капецитабин 2000 мг/м² - 2500 мг внутрь 1-14 день с 30.01.2019 г. Рост=170 см, масса=42 кг, S=1,41 м². Прием капецитабина отменен с 4.02.2019 г. с учетом общего состояния. Химиотерапию пациент перенес неудовлетворительно, нарастали тяжесть состояния больного, проявления гепатотоксичности (АЛТ-102,7 ед/л, АСТ- 74,7 ед/л). В связи с этим была рекомендована госпитализация в отделение паллиативной помощи РОД на симптоматическую терапию.

Таким образом, продемонстрирован клинический пример развития колоректального рака ободочной кишки, протекающего на фоне язвенного колита с преимущественным поражением левых отделов, развившегося примерно через 10 лет после дебюта воспалительного заболевания кишечника. Активный воспалительный процесс во всей толстой кишке, который был выявлен у пациента в 2015 г., стал дополнительным фактором риска развития онкопатологии, наряду с отсутствием комплаенса со стороны пациента и поздним обращением за медицинской помощью, причиной которой, возможно, являлись неприятные ощущения во время проведения колоноскопии [22].

Повторные эпизоды кишечной непроходимости у пациента характеризуют агрессивный рост КРР на фоне язвенного колита. Выявленные в короткие сроки после постановки диагноза КРР метастазы в печень связаны с молниеносным распространением злокачественных клеток лимфогенным, гематогенным и трансплантационным путями в лимфатические узлы, печень, мозг, легкие, кости, брюшину, и в соседние органы (малый таз) [2,9]. В дальнейшем было выполнено оперативное вмешательство в объеме субтотальной колэктомии, наложен илеосигмоанастомоз с сохранением илеостомы, проведено иссечение метастазов передней брюшной стенки, при этом соблюдены принципы как онкологического радикализма, так и лечения ЯК. Это позволило применить в ранние сроки адьювантную полихимиотерапию. Пациент продолжает наблюдение у онколога в поликлинике по месту жительства.

Выводы

Поздняя диагностика, неадекватный подход к лечению приводят к развитию ряда осложнений заболевания, одним из которых является КРР.

В США и во многих странах Европы есть национальные программы выявления и ведения больных ЯК, которые имеют повышенный риск развития колоректального рака [3]. Они позволяют снизить смертность от аденокарциномы при язвенном колите. В России такая программа пока не разработана.

Декомпенсированное течение ВЗК должно находиться под пристальным и регулярным диспансерным наблюдением поликлиник, необходимо проведение скрининговых мероприятий в группах повышенного риска развития КРР на фоне ЯК (отбор больных и формирование групп

риска КРР с учетом длительности заболевания и воспалительного процесса и других предрасполагающих факторов, а также эндоскопических и морфологических критериев), повышение комплаенса пациентов в длительном приеме препаратов 5-аминосалициловой кислоты.

Очевидно, что скорейшее внедрение и широкое применение этих программ улучшит результаты лечения и диагностики язвенного колита и позволит избежать связанных с ним осложнений.

1. Барсуков Ю.А., Алиев В.А., Атрощенко А.О., Татаев И.Ш. Клиническое наблюдение лечения больного раком прямой кишки, возникшим на фоне неспецифического язвенного колита. // Онкологическая колопроктология. № 3, 2012. Клиническое наблюдение. - С. 46-50.
2. Воробьев Г.И., Михайлова Т.Л., Костенко Н.В. Достижимы ли удовлетворительные результаты хирургического лечения язвенного колита? // Колопроктология. № 2. 2006. - С. 34-43.
3. Никитина Н.В., Белоусова Е.А. Язвенный колит и рак толстой кишки: формирование групп риска, скрининг и профилактика // Фарматека для практикующих врачей. Архив журнала. №13. 2004. - С. 34.
4. Никитина Н.В., Белоусова Е.А., Великанов Е.В. и др. Рак толстой кишки при воспалительных заболеваниях кишечника // Эффективная фармакотерапия. Гастроэнтерология". №4. 2011. - С. 42-45
5. Пазенко Е.В., Райхельсон К.Л., Кондрашина Э.А. Риск развития онкологических процессов при изолированном и сочетанном течении первичного склерозирующего холангита и воспалительных заболеваний кишечника // Доказательная гастроэнтерология. Т. 8. № 1. 2019. - С. 24.
6. Профилактика, ранняя диагностика и лечение колоректального рака: в фокусе воспалительные заболевания кишечника. Двадцать третья объединенная российская гастроэнтерологическая неделя. Москва, 9-11 октября, 2017. "Эффективная фармакотерапия. Гастроэнтерология" №1 (3).
7. Халиф И.Л., Лоранская И.Д. Воспалительные заболевания кишечника (неспецифический язвенный колит и болезнь Крона): клиника, диагностика и лечение. М.: Миклош, 2004. - С. 88.
8. Хервард Х. Язвенный колит-химиопрофилактика колоректального рака с помощью месалазина (5-аминосалициловой кислоты). 2012. - С. 4-24
9. Bayless T.H.M., Yardley J.H. Риск развития рака толстой кишки при язвенном колите // Гастроэнтерология: толстая кишка. Пер. с англ. / Под ред. Д. Александера-Вильямса, Х.Дж. Биндера. М.: Медицина, 1988. - С. 114-133.
10. Canavan C., Abrams R.R., Mayberry J. Meta-analysis: colorectal and small bowel cancer risk in patients with Crohn's disease // Aliment. Pharmacol. Ther. 2006. Vol. 23. - P. 1097-1104.
11. Eaden J., Ahlman H., Hulten I. Cancer risk in extensive ulcerative colitis: a meta-analysis // Gut. 2001. Vol. 48.- P. 526-535.
12. Eaden J. Review article: colorectal carcinoma and inflammatory bowel disease // Aliment. Pharmacol. Ther. 2004. Vol. 20. № 4. - P. 24-30
13. Ekobom A., Helmick C., Zak M., Adami H.O. Ulcerative colitis and colorectal cancer. A population-based study // N. Engl. J. Med. 1990. Vol. 323. - P. 1228-1233.
14. Holzmann K., Weis-Klemm M., Klump B. et al. Comparison of flow cytometry and histology with mutational screening for p53 and Ki-ras mutations in surveillance of patients with long-standing ulcerative colitis // Scand. J. Gastroenterol. 2001. Vol. 36. P. 1320-1326
15. Jess T., Rungoe C., Peyrin-Biroulet L. Risk of colorectal cancer in patients with ulcerative colitis: a meta-analysis of population-based cohort studies // Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2012. Vol. 10. № 6. P. 639-645.
16. Kern S.E., Redston M., Seymour A.B. et al. Molecular genetic profiles of colitis-associated neoplasm // Gastroenterology. 1994. Vol. 107. - P. 420-428
17. Kim Y.I. Role of folate in colon cancer development and progression // J. Nutr. 2003. Vol. 133. - P. 3731-3795.
18. Lashner B.A. Cancer in inflammatory bowel disease // The clinician's guide to inflammatory bowel disease / Ed. by Gary R. Lichtenstein. 2003. - P. 113-123.
19. Munkholm P. Review article: the incidence and prevalence of colorectal cancer in inflammatory bowel disease // Aliment. Pharmacol. Ther. 2003. Vol. 18. № 2. - P. 1-5.
20. Ole H., Frank L. et al. Low colectomy rates in ulcerative colitis in an unselected european cohort followed for 10 years // Gastroenterol. 2007. Vol. 132. № 2. - P. 507-515
21. Tilg H. Cancer in inflammatory bowel disease: frequency and clinical presentation // Strategies of Cancer Prevention in Gastroenterology. Falk workshop. Germany. 2009. - P. 87-91.
22. Van Hogezaand R.A., Eichhorn R.F., Choudry A. et al. Malignancies in inflammatory bowel disease: fact or fiction? // Scand. J. Gastroenterol. 2002. Vol. 37 (236). - P. 48-53
23. <http://www.rusmedserv.com/colorectalcancer/ulcerative-colitis/>
24. <http://www.gnck.ru/>
25. <https://миац-рб.рф/>

Солодкова Е.Г.^{1,2}, Балалин С.В.^{1,2}, Сibaкин Д.Д.¹

Применение программного обеспечения для анализа биомеханических свойств роговицы у пациентов с кератоконусом и у здоровых лиц

¹ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России

²ФБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» НМФО
(Россия, Волгоград)

doi: 10.18411/iip-12-2023-11

Аннотация

Анализ биомеханических свойств выполнен у 45 здоровых лиц (45 глаз) и у 46 пациентов с кератоконусом (46 глаз). Для оценки влияния факторов на показатель жесткости роговицы применено программное обеспечение. Результаты. У здоровых лиц среднее значение показателя жесткости роговицы (SPA1) было равно $124,7 \pm 12,7$, а у пациентов с кератоконусом $72,9 \pm 22,5$ (M \pm σ). Различие между значениями статистически достоверно (Z=-4,2; p=0,000026). Коэффициент биомеханической устойчивости (Cbs) у пациентов с кератоконусом (-20,6 \pm 13%) был достоверно ниже чем у здоровых лиц (Z=4,2; p=0,000027). В 96% случаев применение программного обеспечения по анализу биомеханических свойств роговицы подтверждало наличие у пациентов кератоконуса. Заключение. Применение программного обеспечения позволяет учитывать факторы, оказывающие влияние на показатель жесткости роговицы, проводить оценку биомеханических свойств роговицы, определять снижение параметра жесткости роговицы у пациентов с кератоконусом.

Ключевые слова: кератоконус, показатель жесткости роговицы, биомеханически компенсированное внутриглазное давление.

Abstract

Biomechanical properties were analyzed in 45 healthy individuals (45 eyes) and 46 patients with keratoconus (46 eyes). Software was used to evaluate the influence of factors on the corneal stiffness index. Results. In healthy individuals, the mean value of the corneal stiffness index (SPA1) was 124.7 ± 12.7 and in patients with keratoconus 72.9 ± 22.5 (M \pm σ). The difference between the values was statistically significant (Z=-4.2; p=0.000026). Biomechanical stability coefficient (Cbs) in patients with keratoconus (-20.6 \pm 13.1%) was significantly lower than in healthy individuals (Z=4.2 ; p=0.000027). In 96% of cases, the use of software to analyze the biomechanical properties of the cornea confirmed the presence of keratoconus in patients. Conclusion. Application of the software allows to take into account the factors influencing the corneal stiffness parameter, to evaluate the corneal biomechanical properties, to determine the decrease of the corneal stiffness parameter in patients with keratoconus.

Keywords: keratoconus, corneal stiffness index, biomechanically compensated intraocular pressure.

Кератоконус — дегенеративное невоспалительное заболевание глаза, при котором роговица истончается и принимает коническую форму при нормальном внутриглазном давлении. Кератоконус может привести к серьёзному ухудшению зрения. Чаще всего пациенты предъявляют жалобы на светобоязнь, двоение, размазывание изображения. Заболевание является наиболее распространённой формой дистрофии роговицы. Частота встречаемости заболевания от 1 на 2 тысячи человек. Нарушение связей коллагеновых волокон и метаболизма протеогликанов приводит к ослаблению биомеханических свойств роговицы, прогрессирующему интраламеллярному сдвигу и истончению роговицы. По мнению Roberts S. и Dupps W. первоначальное изменение биомеханических свойств роговицы при кератоконусе является очаговым, роговица вне зоны эктазии остается интактной [1].

В современной офтальмологии исследование жесткости роговицы используется для ранней диагностики кератэктазий, анализа биомеханических изменений в роговице при

различных стадиях заболевания, а также может применяться для оценки эффективности кератостабилизирующих операций, повышения точности измерения внутриглазного давления (ВГД) после хирургического вмешательства на роговице [2-5].

В последние годы применение Шаймпфлюг-анализатора Pentacam HR и бесконтактного тонометра с воздушным импульсом фиксированной силы Corvis ST (OCULUS Optikgeräte GmbH; Wetzlar, Germany) позволило, на основе высокой скорости визуализации деформации роговицы, проводить суммарную оценку топографических, топографических и биомеханических свойств роговицы [6-12].

В клинической практике значимым явилось изучение влияния различных факторов на величину жесткости роговицы [13-16]. На основании многофакторного анализа авторами было установлено влияние центральной толщины роговицы и уровня внутриглазного давления на величину жесткости роговицы у здоровых лиц и у пациентов с кератоконусом [17]. Для получения более точной интерпретации показателя жесткости роговицы необходимо было создать экспертную систему его оценки на основе разработки программного обеспечения.

Цель - разработать программное обеспечение и оценить его эффективность в диагностике кератоконуса на основе многофакторной оценки показателя жесткости роговицы у здоровых лиц и у пациентов с кератоконусом.

Материал и методы

Программное обеспечение «Keratcalc» было применено у пациентов контрольной группы: 45 здоровых лиц (45 глаз), а также у 46 пациентов с кератоконусом (46 глаз), основная группа. Пациенты контрольной группы имели слабую или среднюю степень миопии (от -1,25 дптр до -6,0 дптр). Средний возраст составлял $22,8 \pm 2,1$ лет ($M \pm \sigma$).

У пациентов основной группы сферозэквивалент рефракции составлял от -0,5 дптр до -13,0 дптр. Средний возраст: $28 \pm 7,2$ лет. I стадия кератоконуса выявлена на 6 глазах, II стадия – на 22 глазах и третья стадия – 18 глазах.

Некорригированная и максимально корригированная острота зрения (НКОЗ и МКОЗ) определялась у пациентов по данным визометрии. Авторефрактометрия выполнялась в обычных условиях и при медикаментозной циклоплегии с расчетом сферозэквивалента рефракции. По данным оптической биометрии проводилось измерение передне-заднего размера глазного яблока (ПЗО). Исследование топографических, топографических осуществлялось с помощью Pentacam HR: определяли среднее значение кератометрии (K_m) и минимальное значение пахиметрии (МТР – минимальная толщина роговицы).

Биомеханические показатели роговицы изучали с помощью Corvis ST (OCULUS Optikgeräte GmbH; Wetzlar, Germany). Параметр жесткости роговицы (Stiffness Parameter (SPA_1)) рассчитывался с учетом силы воздушного импульса, воздействующего на поверхность роговицы и уровня внутриглазного давления (bIOP), регистрируемого во время первой аппланации. Смещение роговицы в момент первой аппланации регистрировалось как амплитуда отклонения A_1 .

$SPA_1 = (AP_1 - bIOP) / A_1$, где AP_1 – сила воздушного импульса в момент первой аппланации роговицы, bIOP – биомеханически скорректированное ВГД, A_1 – амплитуда отклонения роговицы в момент первой аппланации [17].

У обследуемых лиц отмечалась стабильная рефракция в течение года, а также отсутствовали в анамнезе данные о ранее выполненных офтальмологических операциях, предшествующей или сопутствующей глаукомы или гипотензивной терапии, что в итоге соответствовало необходимым критериям включения.

Результаты

У 45 здоровых лиц среднее значение индекса общего отклонения эктазии Belin/Ambrosio (BADD), полученный с помощью Pentacam HR, было равно $1,37 \pm 0,26$ ($M \pm \sigma$), что указывало на топографически регулярную роговицу и свидетельствовало против наличия кератэктатических изменений.

Для оценки значений показателя жесткости роговицы у здоровых лиц с учетом влияния минимальной толщины роговицы (МТР) и биомеханически компенсированного ВГД (bIOP) использовали следующую формулу:

$SPA_1 n = -65,5108 + 0,2836 * x + 2,3329 * y$, где x – МТР, мм, y – bIOP, мм рт.ст. Все коэффициенты данного уравнения были статистически достоверны ($p < 0,05$). Данная формула была получена исследователями на основании многофакторного регрессионного анализа у 173 здоровых лиц (173 глаза) [18]. Из формулы видно, что с увеличением толщины роговицы и с увеличением значений bIOP возрастают значения жесткости роговицы у здоровых лиц.

Для оценки значений показателя жесткости роговицы у пациентов с кератоконусом использовали также формулу, учитывающей влияние минимальной МТР и bIOP:

$SPA_1 k = 4,5646 * x + 0,2815 * y - 129,5347$, где y – МТР, мкм, x – bIOP, мм рт.ст. [18]. Все коэффициенты данного уравнения были статистически достоверны ($p < 0,05$).

Данные формулы легли в основу программного обеспечения: для каждого пациента рассчитывались значения жесткости роговицы как для здорового глаза ($SPA n$), так и для кератоконуса ($SPA k$), которые в дальнейшем сравнивались с данными исследования, полученными при измерении жесткости роговицы у пациента ($SPA_1 p$) с помощью Corvis ST. Для проведения сравнительного анализа определялось также значение жесткости роговицы ($SPA 0$), которое было равно удалено от значения для здорового глаза и от пациента с кератоконусом, являясь границей:

$$SPA 0 = \frac{SPA_1 n - SPA_1 k}{2} + SPA_1 k.$$

Далее, полученное значение жесткости роговицы у пациента ($SPA p$) сравнивали со значениями $SPA 0$ и $SPA_1 k$, рассчитывая коэффициент прогнозирования для здорового глаза (C_{pn}): $C_{pn} = SPA_1 p / SPA 0$. При значении $C_{pn} > 1,0$ значение показателя жесткости роговицы пациента соответствовало значениям нормы, при значении $C_{pn} = 1$ – группе риска, а при значении меньше 1,0 – подозрению на кератоконус. При подозрении на кератоконус рассчитывали также коэффициент прогнозирования для пациента с кератоконусом: (C_{pk}): $C_{pk} = SPA_1 p / SPA k$. При его значении $\leq 1,0$ данные указывали на кератоконус.

Для определения выраженности отклонения показателя жесткости роговицы от границы ($SPA 0$) определяли коэффициент биомеханической устойчивости (C_{bs}) по формуле: $C_{bs} = (SPA_1 p / SPA 0) * 100 - 100$, который вычисляли в процентах (%). Значения со знаком (+) указывали, что биомеханические свойства роговицы выше значения границы ($SPA 0$), а со знаком минус (-) соответственно ниже значения $SPA 0$, что может указывать на наличие кератоконуса.

У здоровых лиц среднее значение показателя жесткости роговицы было равно $124,7 \pm 12,7$, а у пациентов с кератоконусом $72,9 \pm 22,5$ ($M \pm \sigma$). Различие между значениями статистически достоверно ($Z = -4,2$; $p = 0,000026$). Коэффициент биомеханической устойчивости у пациентов с кератоконусом

($-20,6 \pm 13,1\%$) был достоверно ниже чем у здоровых лиц ($Z = 4,2$; $p = 0,000027$).

В 96% случаев применение программного обеспечения по анализу биомеханических свойств роговицы подтверждало наличие у пациентов кератоконуса.

Выводы. Применение программного обеспечения “Keratcalc” позволяет учитывать факторы, оказывающие влияние на показатель жесткости роговицы, проводить оценку биомеханических свойств роговицы, определять снижение параметра жесткости роговицы у пациентов с кератоконусом.

1. Roberts C. The cornea is not a piece of plastic // J Refract Surg. 2000;16: 407–413.
2. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer// J Cataract Refract Surg. 2005;31:156–162.

3. Азнабаев Б.М., Загидуллина А.Ш., Лакман И.А., Исламова Р.Р., Саттарова Р.Р. Взаимосвязи между биомеханическими свойствами корнеосклеральной оболочки и морфометрическими показателями глаза у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой // Офтальмология. 2019;16(3):335-343.
4. Бубнова И.А., Асатрян С.В. Биомеханические свойства роговицы и показатели тонометрии // Вестник офтальмологии. 2019;135(4):27-32.
5. Иомдина Е.Н., Петров С.Ю., Антонов А.А., Новиков И.А., Пахомова И.А., Арчаков А.Ю. Корнеосклеральная оболочка глаза: возможности оценки биомеханических свойств в норме и при патологии // Офтальмология. 2016;13(2):62-68.
6. Dupps W.J., Wilson S.E. Biomechanics and wound healing in the cornea // Exp. Eye Res. 2006;83:709–720.
7. Dupps W.J. Biomechanical modeling of corneal ectasia // J Refract Surg. 2005;21: 186–190.
8. Dupps W.J. Hysteresis: new mechanospeak for the ophthalmologist // J Cataract. Refract. Surg. 2007;33:1499–1501.
9. Ambrosio R.Jr., Nogueira L.P., Caldas D.L., Fontes B.M., Luz A., O Casal J., Alves M.R., Belin M.W. Evaluation of corneal shape and biomechanics before LASIK // Int. Ophthalmol. Clin. 2011; 51: 11-38.
10. Ambrosio R.Jr., Ramos I., Luz A., Faria F.C., Steinmueller A., Krug M., Belin M.W., Roberts C.J. Dynamic ultrahigh speed Scheimpflug imaging for assessing corneal biomechanical properties // Rev. Bras. Ophthalmol. 2013; 72:99102.
11. Huseynova T., Waring G.O. 4th, Roberts C.J., Krueger R.R., Tomita M. Corneal biomechanics as a function of intraocular pressure and pachymetry by dynamic infrared and Scheimpflug imaging analysis in normal eyes // Am J. Ophthalmol. 2014; 57:885-893.
12. Salomao M.Q., Esposito A., Dupps W.J. Advances in anterior segment imaging and analysis // Curr. Opin Ophthalmol. 2009; 20: 324–332.
13. Ambrosio R.Jr., Lopes B.T., Faria-Correia F., Salomão M.Q., Jens Bühren J., Roberts C.J., Elsheikh A., Vinciguerra R., Vinciguerra P. Integration of Scheimpflug-Based Corneal Tomography and Biomechanical Assessments for Enhancing Ectasia Detection // J Refract. Surgery. 2017; 33(7): 434-444.
14. Fontes B.M., Ambrosio R. Jr., Alonso R.S., et al. Corneal biomechanical metrics in eyes with refraction of – 19.00 to + 9.00 D in healthy Brazilian patients // J. Refract. Surg. 2008;24:941-945.
15. Elsheikh A., Wang D., Pye D. Determination of the modulus of elasticity of the human cornea // J. Refract. Surg. 2007;23:808–818.
16. Vinciguerra R., Elsheikh A., Roberts C.J., Ambrósio R.Jr., Kang DCY, Lopes B.T., Morenghi E., Azzolini C., Vinciguerra P. Influence of pachymetry and intraocular pressure on dynamic response parameters in healthy patients // J. Refract. Surgery. 2016; 32: 550-561.
17. Roberts C.J., Mahmoud A.M., Bons J.P., Hossain A., Elsheikh A., Vinciguerra R., Vinciguerra P., Ambrósio R.Jr. Introduction of Two Stiffness Parameters at Interpretation of Air Puff Induced Biomechanical Deformation Response Parameters with a Dinamic Scheimpflug Analyser // J Refract. Surg. 2017; 33(4): 266-273.
18. Солодкова Е.Г., Балалин С.В., Фокин В.П. К вопросу о влиянии факторов на биомеханические свойства роговицы в норме и при прогрессирующем кератоконусе // Вестник ВолГМУ.-2023;1.С. 12-16.

**Трифанов Р.С.^{1,2}, Барышева О. Ю.^{1,2}, Варламова Д.Д.¹, Тимофеева В.А.¹, Смирнова Д.¹
Особенности поражения коронарных артерий у пациентов терминальной хронической
болезнью почек 5д стадии по данным карельского регистра**

¹ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет" Медицинский институт

²ГБУЗ РК "Республиканская больница им. В.А. Баранова"

(Россия, Петрозаводск)

doi: 10.18411/iip-12-2023-12

Аннотация

У пациентов с ХБП 5д стадии кардиоваскулярные события (острый коронарный синдром и острое нарушение мозгового кровообращения) являются одной из основных причин летальности (при анализе данных исследований, которые ранее были выполнены на базе ГБУЗ РК РБ под руководством д.м.н., профессора кафедры госпитальной терапии, заведующей отделением нефрологии О.Ю. Барышевой летальность от сердечно-сосудистых событий составляет ~20%, уступая лишь септическим осложнениям - 24,7%)[1].

«Портрет» факторов риска хронической ишемической болезни сердца риска и в целом риска развития сердечно-сосудистого события у пациентов с ХБП 5д в десятки раз выше в сравнении с пациентами без ХБП, что связано с прогрессированием атеросклероза как системного заболевания по всем сосудистым бассейнам (в особенности – коронарным артериям и каротидному бассейну).

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках реализации Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц, имеющих ученую степень, финансируемой Правительством Республики Карелия.

Ключевые слова: терминальная хроническая болезнь почек, заместительная почечная терапия, острый коронарный синдром, острое нарушение мозгового кровообращения, ишемическая болезнь сердца.

Abstract

In patients with stage HBP5d cardiovascular events (acute coronary syndrome and acute cerebral circulation disorder) are one of the main causes of mortality (when analyzing the data of the research, which were previously performed on the basis of RB GBUZ RK under the guidance of MD, professor of the Department of Hospital Therapy, head of the Department of Nephrology O.Y. Bar mortality from cardiovascular events is ~20%, inferior only to septic complications - 24.7%).

«Portrait» of risk factors of chronic ischemic heart disease and risk of cardiovascular event development in patients with CKD 5d is ten times higher in comparison with patients without CKD, which is due to the progression of atherosclerosis as a systemic disease in all vascular pools (especially coronary arteries and carotid basin).

The research described in this publication was made possible in part by R&D Support Program for undergraduate and graduate students and postdoctoral researcher of PetrSU, funded by the Government of the Republic of Karelia.

Keywords: terminal chronic kidney disease, renal replacement therapy, acute coronary syndrome, acute cerebral circulation disorder, ischemic heart disease, percutaneous coronary surgery.

В данной статье представлено исследование, которое проводилось на базе ГБУЗ РК РБ имени В.А. Баранова связанное с выявлением взаимосвязи между лабораторными маркерами и поражением коронарных артерий у пациентов с терминальной хронической болезнью почек 5д стадии.

Дизайн исследования: ретроспективное аналитическое клиническое исследование.

Критерии включения: ХБП С5 (СКФ по шкале СКД EPI < 15 мл/мин/1,73)

Критерии исключения: возраст пациентов <18 лет, пациенты без проявлений ИБС.

Сравниваются 2 группы пациентов: 1.ОКС в анамнезе (27 человек);2. Хронической ИБС в анамнезе.

Всего объем выборки составил 27 пациентов: 12 больных в группе ОКС (44,4%), 15 – в группе хронической ИБС (55,6%).

Различие средних между указанными группами было достигнуто только для показателя щелочная фосфатаза. Статистически значимое различие между распределениями было получено для щелочной фосфатазы и фракции выброса левого желудочка. Учитывая малый объем выборки, следует обратить внимание на клинически существенную межгрупповую разность медиан и других статистических параметров, полученных для следующих показателей (несмотря на то, что по ним статистическая значимость на данной выборке не достигнута).

Возможно, при большем объеме выборки эти различия достигнут статистической значимости.

Распределение частоты ПГД с шагом в 5 лет позволило выявить различия между группами ОКС и ИБС. Более половины пациентов с ИБС имели стаж ПГД менее 5 лет, тогда как половина пациентов с ОКС имела стаж ПГД 10 лет и более. Различие статистически незначимо. Сахарный Диабет 1 типа среди пациентов группы ОКС отмечался только в 1 случае, тогда как в группе ИБС наличие диабета было отмечено у половины пациентов. Типы диабета в этой группе распределились поровну. Исследование частоты нозологических групп показало, что более половины пациентов с ОКС имеют аутоиммунно-воспалительные заболевания, около трети – прочие заболевания и лишь у 1 пациента отмечена группа сосудистых заболеваний. В группе с ИБС распределение частот нозологических групп

существенно иное: по 40% пациентов имеют аутоиммунно-воспалительные и сосудистые заболевания и только 20% прочие. Различие частот между группами не достигло статистической значимости, но при большем объеме выборки можно ожидать ее достижения.

Результаты исследования частот осложнений и использования инструментальных исследований показатели, что статистически значимое различие между группами ОКС и хр. ИБС имеет только частота КГ. Однако следует обратить внимание на существенное различие частот по половому признаку – в группе ОКС более 80% составляли женщины, тогда как в группе ИБС женщин было лишь 60%. Частота желудочковых нарушений существенно и статистически значимо снизилась после ЧКВ в группе хр. ИБС ($p=0,034$), а в группе ОКС снизилась незначительно и статистически незначимо ($p=0,624$). Фибрилляция предсердий (ФП) несколько чаще регистрировалась в группе хронической ИБС, эффект статистически незначим. Частота ЧКВ в группе ОКС почти в 2 раза выше, чем в группе ИБС, статистическая значимость различия не достигнута. Частота ОНМК и летального исхода была выше в группе хр. ИБС, различия статистически незначимы.

Выводы

Изучена взаимосвязь между исследуемыми маркерами и особенностями поражения коронарных артерий у больных терминальной хронической болезнью почек. Получена положительная корреляция между частотой коронарных событий и уровнем OPG ($r=0,59$). Кроме прямой взаимосвязи между NGL и mGal друг с другом ($r=0,47$), была выявлена положительная корреляция с уровнем OPG. У мужчин получена положительная корреляция между возрастом и уровнем OPG ($r=0,64$), а также положительная корреляция между возрастом и NGL ($r=0,65$), mGal ($r=0,42$). При поступлении уровень кальция и ЩФ заметно выше у пациенток группы ИБС, чем ОКС. Уровень фосфора, СРБ и ЛНП выше у пациентов группы ОКС, чем ИБС. Падение уровня тропонина после ЧКВ в группе ИБС существенно и статистически значимо, тогда как в группе ОКС различие уровней тропонина до и после ЧКВ не имеет статистической значимости на данной выборке. Группу ОКС в основном составляют пациенты с аутоиммунно-воспалительными и прочими заболеваниями, сосудистое заболевание зарегистрировано только у 1 пациента этой группы. В группе ИБС наоборот пациенты с сосудистыми заболеваниями составляют 40% группы. Летальный исход отмечался в 20% случаев в группе ИБС и только в 1 случае (8,3%) в группе ОКС.

1. Комплексная оценка минерально-костных нарушений у пациентов с хронической болезнью почек : автореферат дис. кандидата медицинских наук : 14.01.04 / Воронина Анастасия Александровна; [Место защиты: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации]. - Саратов, 2021. - 23 с. - URL:http://science.sgmu.ru/system/files/diss/341/aref_voronina_anastasiya_aleksandrovna.pdf.
2. Дзгоева Фатима Урузмаговна, Ремизов Олег Валерьевич, Голоева Виктория Герсановна, Икоева Зарина Руслановна ОБНОВЛЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ КАЛЬЦИФИКАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ КОРРЕКЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК // Нефрология. 2020. №5. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnovlennyye-mehanizmy-kaltsifikatsii-serdechno-sosudistoy-sistemy-i-ee-korreksii-pri-hronicheskoy-bolezni-pochek?ysclid=ljlt616tr506152983>.
3. Xiang, X., He, J., Zhang, W. et al. Coronary artery calcification in patients with advanced chronic kidney disease . BMC Cardiovasc Disord 22, 453 (2022).- URL: <https://doi.org/10.1186/s12872-022-02879-0>(дата обращения 2023-01-02).

РАЗДЕЛ VI. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Янова М.В.

Гидрографическая сеть Республики Калмыкия в современной историографии ДЗЗ: особенности и перспективы (из опыта работы БНУ РК «ИКИАТ»)*Институт комплексных исследований аридных территорий, БНУ РК
(Россия, Элиста)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-13

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос о новых подходах в исследовании проблем естествознания в истории Калмыкии, показаны особенности историографии в исследовании водных объектов Калмыкии, представлены вопросы региональной истории в геолого-географическом подходе исследования и показана динамика изменений гидрологической сети Республики Калмыкия. Цель обзора состоит в описании этапов изучения гидрографической сети на Юге России, в частности, степи Республики Калмыкия. В выводе содержатся аспекты освещения современных технологий исследования с помощью ДЗЗ, в заключении и в приложении представлены методы современного источниковедения РФ и проблемы исторической географии и историографии края, развитие проблем региональной истории и краеведения с помощью современных технологий научного исследования прошлого.

Ключевые слова: Республика Калмыкия, ландшафтный рельеф, компаративное источниковедение, БНУ РК «ИКИАТ», Кумо-Маньчская впадина, Ергенинская возвышенность, К.И. Костенков, Калаус, дистанционное зондирование, р. Волга, Каспийское море, Мыныч Гудило.

Abstract

The article considers the issue of new approaches to the study of natural science problems in the history of Kalmykia, shows the features of historiography in the study of water bodies of Kalmykia, presents the issues of regional history in the geological and geographical approach of the study and shows the dynamics of changes in the hydrological network of the Republic of Kalmykia. The purpose of the review is to describe the stages of studying the hydrographic network in the South of Russia, in particular, the steppe of the Republic of Kalmykia. The conclusion contains aspects of the coverage of modern research technologies using remote sensing, in conclusion and in the appendix the methods of modern source studies of the Russian Federation and the problems of historical geography and historiography of the region, the development of problems of regional history and local history with the help of modern technologies of scientific research of the past are presented.

Keywords: Republic of Kalmykia, landscape relief, comparative source studies, BNU RK «IKIAT», Kumo-Manych depression, Ergensinsky upland, K.I. Kostenkov, Kalaus, remote sensing, Volga River, Caspian Sea, Mynych Gudilo.

Территория Республики Калмыкия расположена в северо-западной части Прикаспийской низменности, в зоне аридных территорий. Площадь ее 74,2 тыс. кв. км. История и география Калмыкии отразила формирование ее исторического ландшафтного рельефа. По данным советской историографии:

«Наибольшая продолжительность с запада на восток 432 км и с севера на юг 448 км. С юга она ограничена Кумо-Маньчской впадиной, западная граница в основном проходит по Ергенинской возвышенности, северная и восточная – близко подходит к р. Волге, а на юго-востоке она омывается Каспийским морем. Первые экспедиции в Калмыкию смогли отразить только выдвинутые предположения о том, что Маньч растекается в разные стороны, в восточном направлении он начинается у устья реки Калауса, откуда к озеру Состинской

системы, в глубокой древности и впадал в Каспийское море» [1]. Только академик К.М. Бэр, обогатив догадку профессора Иоганн (по другим источникам - Г.Ф.) Паррота новыми материалами, заявил, что Маныч имеет восточное и западное направления, поэтому проект канала по его долине совершенно нерентабелен и уступает проекту Волга-Дон. Несмотря на то, что первую экспедицию в Прикаспийскую низменность совершил П.С. Паллас в 1769 г., закончилась она в 1774 г., вторично Паллас встретился с калмыками в 1793 г., путешествуя по Югу России, «Записки о путешествии по южным губерниям Российской империи с 1793 по 1794 гг.» позволили сделать вывод, что Ергени составляют «древний берег пространного Каспийского моря», соединяющего Манычской долиной с Азовским и Черным морями. В 1771 -1772 гг. рижанин Иоганн Антон Гильденштедт (Гюльденштед) руководитель Астраханской экспедиции описал реку Куму и Западный Маныч в том месте, где в него впадает река Большой Егорлык. Гильденштедт был первым исследователем Кумо-Манычской впадины, составив карту Кавказского края. Йоханн Петр Фальк, руководитель второго отряда Оренбургской экспедиции в 1773 г. во время сурового путешествия из Астрахани на Терек посетил Хар газр (Черные земли) и Ногайские степи, пересекая юго-западную часть Прикаспийской низменности. «Путешествие графа Ивана (Яна) Поттоцкого в Астрахань и окрестные страны в 1797 г.» была перепечатана в 1895 г. в «Памятной книжке Астраханской губернии». Немецкие колонисты Сарепты А. Цвикк и Г. Шилль дважды посетили Приволжье в 1823 г.

Кумо-Манычская экспедиция (1861-1862), возглавляемая К.И. Костенковым собрала много новых сведений и подтвердила выводы Бэра. Научным руководителем Кумо-Манычской экспедиции, геологом Русского географического общества Н.И. Барботом де Марни было произведено одно из первых географических обследований Калмыцкой степи. В документах «По охране оросительных сооружений, произведенных в северной части Малодербетовского улуса экспедицией генерал-майора Жилинского» в 1899 г. содержатся сведения о речке Малая Тингута, протекавшей к северо-западу от административного центра Малых Дербет, на картах Калмыкии россыпь лиманов у пос. Заливной Приозерного района, лиман Алцын Хута расширяют наше представление о масштабах оросительных систем территории Калмыкии. Так, например, в ходе исследования, путешествуя по долинам Калмыкии, рассматривая научно-прикладные вопросы в области ихтиологии, академик Карл Эрнстович (Максимович) фон Бэр рассмотрел вопросы математической географии, создавая геодезические описания местности, и непосредственно общаясь с природой [2]. На Каспии Бэр занимался исследованием общих научных вопросов, касающихся Каспийского моря, решение которых составляет содержание его «Каспийских этюдов», но вопросы эти стоят в непосредственной связи с рыболовством, по словам самого Бэра в «Исследовании о состоянии рыболовства» (т. 2, - С. 70) естественную историю Каспийского бассейна делают действительно историей, в работе «Об учреждении естественно-исторического музея в Астрахани», в труде «Материалов для истории рыболовства в России» (№ 23) были обозначены вопросы краеведения и необходимость исследования проблем региональной истории. В «Отчете о путешествии на Маныч», академиком были выделены ландшафты Манычской долины, точное знание которой весьма важно для исследования проблем по истории Каспийского моря. Изучив описания К. Бэра (17 февраля 1792 г.-16 ноября 1876 г.), который путешествовал по Калмыкии в 1854 году, можно определить направления глобальных природно-ландшафтных процессов в степном поясе России. Вернувшись в Петербург, К. Бэр сообщил в Академии Наук результаты, которые касаются Маныча, предложение, сделанное некогда профессором Дерптского или Гартуского университета Иоганном Парротом и другими учеными, воспользоваться Манычем для соединения Черного моря с Каспийским. Астраханским губернским землемером Поппелем была сделана съемка довольно значительной части его на восток от устья реки Калауса, произведенная по приказанию генерала Тагайчинова, по случаю измерения земли [3]. В.А. Хлебников как председатель Петровского общества исследователей Астраханского края мечтал о создании в дельте Волги заповедной территории. Но отсутствие достаточных материалов, освещавших

природные особенности и хозяйственные возможности отдельных регионов, в том числе и частей Калмыкии требовало срочное плановое обследование ее территории. Поэтому уже в советское время Наркомземом РСФСР и Нижневолжской Областной Плановой Комиссией было возложено на Поволжскую мелиоративную экспедицию Наркомзема РСФСР изучение области в следующих направлениях: климатическом, почвенном, ботаническом, гидрологическом, мелиоративно-гидротехническом и хозяйственно-экономическом. Кафедра Саратовского института сельского хозяйства и мелиорации под руководством профессора И.Л. Щеглова в летние сезоны 1924 и 1925 гг. подготовила к публикации, собранные материалы [4].

В условиях засушливого климата особое значение для Калмыкии имели работы в советский период по обводнению и орошению земель. С 1957 г. была организована работа по строительству Оля-Каспийского канала, Сарпинского, Кумо-Манычского каналов, Черноземельского водопровода уличного типа. В Приманычских степях начались изыскания на трассе будущего Чограйского водохранилища. Таким образом, были приняты первые меры для решения вопроса водоснабжения населения. За период с 1958-1959 гг. было размещено 125 артезианских скважин, 742 шахтных колодца, 98 пудов, т.е. в 2 раза больше, чем в 1957 г., большая их часть размещалась в восточных районах республики. В виду ограниченных местных водных ресурсов для обеспечения орошения и обводнения Западного Прикаспия была предпринята мера по осуществлению проекта подачи в этот район около 4.5 кубометров воды из Терека и Волги. В южной части обводнительного района осуществлялось строительство Терско-Кумского, Кумо-Манычского каналов и, кроме того, сооружались Наурско-Шелковская, Караногайская и Левокумская ветви, с питанием из Терека. Экономическими расчетами с точки зрения срока окупаемости и размера прироста дополнительной продукции, представлялось возможным строительство лиманного орошения на площади 126 тыс. гк соответствующей 30 % водообеспеченности населения республики [5]. Водное хозяйство Калмыкии было представлено прудами, построенными в балках или искусственными водоемами с целью обводнения и правильного лиманного орошения. В пределах Сарпинской низменности имелась лишь одна крупная Аршань-Зельменская оросительная система с площадью орошения 1100 гк. Первоначальными попытками лиманного орошения были только прорванные валы и промоины в местах водоспусков в колхозах «Путь к коммунизму» и «Гигант» Сарпинского района, два механизированных карьера - Чолун-Хамур и Зунда-Толга привели к значительным изменениям в строительной индустрии республики [6].

Согласно исследованиям советской историографии были выявлены и определены географические названия топонимики местности объектов исследования, определен рельеф ландшафта северо-западной части Прикаспийской низменности. Так, «По рельефу на описываемой территории выделяются: на востоке низменная часть (северо-запад Прикаспийской низменности), на северо-западе Ергенинская возвышенность и на юге Кумо-Манычская впадина. Северо-западная часть Прикаспийской низменности представляет собой плоскую низменную равнину, бывшую дном Каспийского моря, плавно понижающуюся от подножия Ергеней к побережью Каспийского моря. Абсолютные высоты ее на севере составляют 50, а на юге 29 м. По низменности разбросано большое количество мелких озерных котловин, песчаных гряд, бугров. Равнинная поверхность способствует свободному проникновению с северо-востока и востока сухих (летом теплых, а зимой холодных) воздушных масс. В пределах республики Прикаспийская низменность разделяется на две части: северную – Сарпинскую низменность и южную – Черные земли, в зимнее время они обычно не покрыты снегом. Сарпинская низменность расположена на правом берегу Волги и отделена от Ергеней цепочкой озер. Территория Черных земель представляет собой низменную равнину, в основном лежащую ниже уровня океана. С запада на восток абсолютные высоты снижаются от 0 до 29 м. До 18 % Черных земель занято массивами песков. Наибольшее распространение они имеют северо-восточнее пос. Хулхута и на юго-востоке Черных земель. Задернованность песков в ряде случаев не позволяет им

передвигаться, массивы бугристо-барханных песков расположены в основном в восточной части Черных земель. В районе Черных земель проходят две крупные ложбины: Даван на северо-востоке и Адыкская на юго-западе. На юго-западе Черных земель, вдоль русла Восточного Маныча расположены мелкие соленые озера (Состинское, Можарское, Светлое и др.), часто называемые Состинскими. В южной половине Прикаспийской низменности имеются многочисленные продолговатые параллельные гряды холмов из глинистых песков и глиин-бугры Бэра своеобразной формы. Ергени являются продолжением Приволжской возвышенности в форме платообразного поднятия шириной 50-80 км. Высота Ергеней на севере республики достигает 120 м, на юге бугор Чолун-Хамур 218 м. Ергенинская возвышенность на западном склоне плавно переходит в Сальские степи. На востоке они круто обрываются к Прикаспийской низменности, на юге - к Манычской впадине. В периферийных частях Ергеней овражно-балочный рельеф переходит в долинно-балочный, склоны долин расчленены балками и логами, глубина расчленения от 50-80 м. Вдоль восточного склона Ергеней тянется сплошное понижение с целью Сарпинских озер: Барманцак, Пришиб, Сарпа. Цепь озерных котловин приурочена к одному общему понижению, вытянутому в форме долины сначала в южном, а затем в юго-восточном и восточном направлении. В низменности между Сарпинскими озерами и Ергенями находится много озер: Батыр-Мала, Аршань-Зельмень и другие, лиманов – Птичий, Кимчин и другие.

Кумо-Манычская впадина представляет собой понижение, простирающееся с северо-запада на юго-восток. На западе впадины располагается долина Западного Маныча, а на востоке – Восточного Маныча и низовья р. Кумы, теряющиеся в Прикаспийской низменности. Склоны впадины на севере постепенно сливаются со склонами южных Ергеней и Сальско-Манычской гряды, а на юге со Ставропольской возвышенностью. Ширина долины изменяется от 20-30 до 1-2 км в центральной части. Наибольшая глубина впадины 25 м вблизи Зунда-Толга. Эта часть впадины служит водоразделом между Западным Манычем и Восточным. Впадина имеет волнистую поверхность с довольно широкими речными долинами, длинными узкими лиманами: Лопиловский, Долгоньский, Арал-Эмке и другие, озерами Маныч-Гудило, Маныч, Яшалтинские, Царык, Царык-Хак и другие. Бугры и гряды, наиболее широко распространенные в районе оз. Гудило, имеют относительную высоту 15-20 м и длину 1-2 км. Поверхность их плоская, склоны чаще прямые и крутые. Северо-Манычская гряда, ограничивающая Кумо-Манычскую впадину с севера, протягивается с северо-запада на юго-восток до южной части Ергеней, возвышаясь на юго-восток, она достигает 222 м высоты в 40 км к западу от Элисты. Северо-восточный пологий склон Сальско-Манычской гряды прорезается левыми притоками Сала, более крутой юго-западный склон расчленен оврагами. Наиболее возвышенной является юго-западная часть этих районов, где в пределы республики входят пологие северные отроги Ставропольской возвышенности до 150 м высоты. Поэтому гидрографическая сеть Калмыкии развита очень слабо, имеющиеся водотоки принадлежат к бессточным бассейнам, за исключением р. Кара-Сал с притоками Акшибай, протекающих своими верховьями на северо-западе республики. Река Кара-Сал берет начало на западном склоне Ергеней и впадает в р. Сал. Реки, стекающие с восточных склонов Ергеней: Элиста, Яшкуль, Овата, Садовая, Сухота, Амта-Бургуста, Царын, Зельмень и другие, заканчиваются слепыми устьями или в образованных ими озерах-лиманах, многие из которых фактически пересохли. Ергени имеют многочисленные выходы пресных грунтовых вод, но дебит родников незначителен. Наиболее обильны родники по дну балок: Хара-Булук, Овата, Кельгута (Садовая), Соворгун, Амта-Бургуста, Аршань-Зельмень, Селян, Зельмень и другие. Многие реки летом пересыхают из-за отсутствия питания за счет летних осадков и грунтовых вод. Русло Восточного Маныча протягивается по долине в виде оврагов, неглубоких рытвин и котловин. Река Кума своими низовьями проходит по границе Калмыкии и Дагестана. Среди озер выделяются Сарпинские: Барманцак, Пришиб, Унгун-Теречи, Большое и Малое п. Ханата, Южная Сарпа. Питание Сарпинских озер идет за счет весеннего поверхностного стока. Переполаясь весенними водами, отдельные озерные котловины соединяются притоками, но общего потока не образуется, т.к. в районе озер

Барманцак и Пришиб Сарпинская долина имеет внутренний водораздел, от этого водораздела долина имеет уклон в сторону р. Волги и в сторону долины Даван. Самое северное из Сарпинских озер, находящихся на территории республики - Барманцак, оно не пересыхает, в засушливые годы зеркало воды значительно сокращается и вода засоляется. Южнее расположено оз. Пришиб, соединенное с оз. Барманцак протокой. Озеро Пришиб представляет собой местное понижение лиманного типа, заполняемое весенними водами, летом оно высыхает, а дно зарастает тростником. Дно озера и окружающая степь имеют высокую степень засоленности. Озеро Унгун-Теречи подобное озеру Пришиб, имеет высокую степень засоленности и движения в летнее время. Озера Большая и Малая Ханата соединены протокой и расстоянием. От этих озер Сарпинская долина отклоняется на юго-восток. Озера южной Сарпы имеют лиманный характер, в засушливое время вода сохраняется только в середине озера. Весенние воды с Ергеней сюда не доходят, они перехватываются озерами и лиманами, бессистемно расположенными между озерами Южной Сарпы и Ергенями. Все озера: Аршань-Зельмень, Батыр-Мала, Маловодное, Эвгинов, Шарва, Худжур и другие лиманы: Птичий, Кимчин этого района пресные и только Батыр-Мала соленое. Вблизи устья Восточного Маныча, среди всхолмленной равнины разбросаны соленые озера и солончаки. Наиболее крупные озера: Состинское, Джанское, Орлиное, Превражное, Бурное, Светлое, Кек-Усун, Кек-Хаг, Можарское, Хар-Аргазур и другие. В центральной части Манычской впадины расположено много озер: Маныч-Гудило, Маныч, Малое и Большое Яшалтинское, Царын, Цаган-Хак, Крутянское и другие. Соленость озер увеличивается к востоку, питание озер происходит за счет весенних вод и ливневых дождей. Грунтовое питание незначительно, озера и лиманы, расположенные по долине Западного Маныча, вошли в систему Веселовского и Пролетарского водохранилищ. По балкам восточного склона Ергеней большое распространение имеют пруды» [7]. Создание многолетних архивов материалов регулярной космической тепловой съемки спутниками «NOAA» («AVHRR» и «TERRA»/ «Aqua» («MODIS»)) открыло возможность строить и анализировать многолетние ряды наблюдений и на этой основе разрабатывать методики решения практических задач различных уровней обзорности.

В связи с тем, что в XXI в. почвенное засоление наблюдается в глобальном масштабе, площади, занятые засоленными почвами, исчисляются миллионами гектар. Действенный мониторинг таких огромных территорий возможен только с использованием дистанционных методов.

Засоление снижает биологическую продуктивность почв, что является угрозой продовольственной безопасности многих стран. Данная проблема очень актуальна для Республики Калмыкия, поскольку она находится в зоне рискованного земледелия, где значительное количество почв засолено, включая вторичное засоление. Ввиду того, что засоленные почвы снижают урожайность сельскохозяйственных культур, наносят существенный вред окружающей природной среде за счет массового переноса минеральных солей, в том числе токсичных с поверхности солончаков, днищ высохших минерализованных озер при ветровом переносе, миграции химических элементов с водным потоком рек и ручьев, а также грунтовыми водами. Эти процессы обуславливают накопление токсичных солей в незасоленных почвах и пресных озерах и ведут к деградации растительности, опустыниванию.

Важными результатами являются итоги экспериментальных и теоретических исследований изучения минерализованных озер на территории РК, объектом исследования являлись минерализованные озера, расположенные на территории РК, и территориально входящие в Южный Федеральный регион РФ.

Методы исследований и измерительная аппаратура

Объекты исследований

Гидрографическая сеть водоемов Калмыкии - деятельность по регулярному слежению за состоянием и антропогенным изменением природных компонентов и

комплексов, в целом, с целью их последующей оценки и прогноза, а также управления этим состоянием.

Целью геоэкологического мониторинга БНУ РК «ИКИАТ» явилось создание информационного обеспечения рационального использования водных объектов, охраны вод от загрязнения и истощения, а также предотвращения вредного воздействия вод на другие компоненты окружающей среды и сохранения благоприятной для жизнедеятельности человека среды обитания.

Данные спутникового зондирования

Составление ГИС поверхностных вод и их отслеживание динамики сотрудниками БНУ РК «ИКИАТ» осуществлялось в несколько этапов:

Материалами для создания ГИС послужили топокарты М.1:200000 (L-38-I-XXXVI) и аэроснимки М.1:100000; космические фотографические и сканерные снимки, полученные из ИСЗ «Космос», «Ресурс 01 - № 3», «Landsat-7», полученные с 1975 по 2001 гг., тематические карты, предоставленные отделом водохозяйственных работ и лицензирования УПРООС по РК Министерства природных ресурсов России [8].

Методика измерений характеристик воды

Авторы проекта определили выбор ключевых участков, производя сканирование с необходимым для работы с разрешением, определяя точное пространственное положение водных объектов для геопозиционирования и производства снимков и тематических карт, после предварительной тематической камеральной дешифровки снимков и обработки материалов производится окончательное дешифрование снимков и преобразованных изображений, разбивка предварительной легенды тематической карты и составление карты природных контуров, векторных слоев. Наконец, после полевой проверки макетов карт, происходит до изучение участков, полевое дешифрование и согласование с конечными итогами исследования: составление и согласование векторных слоев с исходных оригиналов тематических карт и разбивка систем условных обозначений.

Состояние исследований

Первоначальным этапом выделение экотонной системы «вода-суша» в РК стали подходы методики исследований в определении структурно-функциональной организации и динамики, при которой блоковая структура экотонной системы «вода-суша» была использована как методический прием в изучении их структурно-функциональной организации, когда были описаны методики установления границ между блоками, выявление условий их водного режима, сбора и анализа экспериментальных данных. На основании многолетних полевых исследований охарактеризованы особенности состава биоты в каждом из блоков. Разработаны индикаторы неогидроформизма и с их помощью оценены особенности трансформации природных комплексов экотонных систем под влиянием природных и антропогенных факторов в разных ландшафтных условиях, применение ГИС-технологий для выделения границ и изучения структурных блоков экотона [9]. Другим коллективом авторов в составе Лазаревой В.Г., Молчановой Л.В., Шадриной М.Б. в рамках одного проекта были параллельно определены природные особенности древнего экотона на территории Прикаспийской низменности на правом берегу Волги [10]. Изучение искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины, когда первоначально были исследованы согласно методике, разработанной В. С. Залетаевым (1997) универсальность модели структурно-функциональной организации экотонных систем «вода-суша», которая позволила использовать для выделения биотипов и оценки формирующегося разнообразия почв и растительности д.г.н., проф. Н.М. Новиковой, к.г.н. С.С. Улановой были дополнены гидрологическими параметрами на территории РК в качестве комплексного изучения экотонных зон «вода-суша» для аридных территорий, рассмотрев изменения уровня режима водоемов во времени [11], доказав, что в большинстве случаев он зависит даже на регулируемых водоемах от водности года при стабильности режима действия антропогенного фактора: отсутствии резких изменений сброса и подачи воды.

Следующим этапом геоэкологического мониторинга стал анализ состояния искусственных водоемов на территории РК с использованием информационных технологий. С.С. Улановой была выполнена экологическая паспортизация искусственных водоемов Кумо-Маньчской впадины в пределах Республики Калмыкия, составлены экологические паспорта водных объектов Кумо-Маньчской впадины: Маньч-Гудило, Чограй, Состинских озер разработаны на основании собственных данных полевых исследований автора и материалов дистанционного зондирования Земли, выполненных в режиме долговременного геоэкологического мониторинга, включая данные об окружающих водоемах ландшафтах их водосборной территории; о гидрологических и гидрохимических параметрах водного объекта; о структурно-функциональной организации экотонных систем «вода-суша»; почвах и растительности побережий; о населяющих водный объект ихтиофауне и приуроченной к нему лимнофильной орнитофауне. Автором были составлены экологические кадастры и паспорта объектов, показана инфраструктура и использование водных объектов, а также анализ многолетних изменений водных объектов и определены возможности их использования в различные по водности годы [12].

Последующим этапом в работе коллектива ученых отдела экологии БНУ РК «ИКИАТ» является разработка практического применения ГИС для определения состояния и местонахождения поверхностных вод, и как результат долговременного геоэкологического мониторинга окружающей среды РК.

С.С. Уланова и М.М. Чемидов показали уровень расчета химического загрязнения как интегральный показатель, который рассчитывается по десяти веществам, максимально превышающим ПДК для рыбохозяйственных водоемов, выполняя комплексный геоэкологический мониторинг искусственных водоемов Калмыкии учеными республики, который был проанализирован и включен на основании измерительных количественных значений нескольких показателей: гидрологических (уровень и площадь водоема), гидрохимических (минерализация, тип химизма), экологических (оценивающих состояние водоема по расчетному показателю ПХЗ-10 4, используемому измеренные значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов, а также по экологическому состоянию и структуре экотонной системы побережья, и по составу лимнофильной орнитофауны и гидробиологическому состоянию объектов [12]. Всего водных объектов было выделено 314, в том числе: водохранилища 135, пруды 121, озера 15, малые реки 43. Классификация водоемов была проведена по их ландшафтному расположению (балочные, русловые, долинные), по условиям питания (местный, привлеченный сток) и по типу использования. Авторами выделены типы искусственных водоемов: балочные, русловые, долинные. Итого в Ергенях 143 балочных, в Прикаспийском 38 балочных, 2 русловых и 1 долинный; в Кумо-Маньчском 70 балочных и 2 долинных.

Таким образом, были исследованы всего 251 водный объект балочного типа, 2 русловых, 3 долинных, итого 256. Составление карт водных объектов в разных слоях ГИС позволило просчитать количество искусственных водоемов по республике в целом, и по ландшафтными районам в отдельности, определить максимальные и минимальные размеры водоемов, просчитать общие площади, занятые водными объектами. По величине площади водного зеркала более мелкие искусственные водоемы расположены в районе Возвышенности Ергени, их размеры изменяются в пределах 0,01.1 кв. км до 5-84 кв. км. На Прикаспийской низменности размеры искусственных водоемов варьируются от 0.087 кв. км до 51.54 кв. км. Самые крупные искусственные водоемы располагаются в Кумо-Маньчской впадине, их максимальные значения площади водной поверхности равны 782.99 кв. км, минимальные – до 0.02 кв. км. Современный период развития историографии естествознания в истории Республики Калмыкия характерен исследованием ключевых проблем ДЗЗ в российской части Каспийского моря. Выходят выдающиеся работы энциклопедического характера: И. С. Зонн «Очерки по истории изучения Каспийского моря (с древнейших времен до начала XXI в.)» (М.: «Советский спорт», 2005), И. С. Зонн «Каспийская энциклопедия» (М.: Межд. отношения, 2015. - 5; И. С. Зонн, А.Г. Костяной,

А.Н. Косарев, С.С. Жильцов «Каспийское море. Энциклопедия» (М., 2017), данная работа была дополнена и переиздана зарубежом в 2010 г. и вышла под названием – I.S. Zonn, A.G. Kostianou, A.N. Kosarev, M. Glantz «The Caspian Sea Encyclopedia». Berlin; Heidelberg; N.Y.: Springer-Verlag, 2010. - 527 p.

Следующим уникальным изданием стал труд авторского коллектива ученых ИКИ РАН в составе ученых: О.Ю. Лавровой, М. И. Митягиной, А. Г. Костяного на тему: «Спутниковые методы исследования измерений Каспийского моря» (М.: ИКИ РАН, 2022. - 250 с.) [13], который рассматривает вопросы изменения экологического состояния Каспийского моря на протяжении текущего столетия под воздействием природных и антропогенных факторов с помощью спутниковых данных и средств дистанционного зондирования Земли из космоса. Но данные исследования на территории Республики Калмыкия не производились, они осуществлялись учеными ИКИ РАН и ИО им. П.П. Ширшова РАН (Москва). Необходимо отметить, что были показаны районы нефтедобычи Нефтяные камни, выходы естественных углеводородов со дна Каспийского моря, изучены проблемы загрязнения морской поверхности Каспия, дана оценка вкладов различных типов загрязнений, выявленным по спутниковым данным. Для определения потенциально возможных случаев сгонно-нагонных процессов были проанализированы ежегодные данные за 2019 и 2020 гг. по скорости и направлению ветра по метеостанциям, наиболее близко расположенным к береговым линиям восточной части Северного Каспия, выбирались периоды времени, когда скорость ветра была более 4 м/с в течение не менее трех суток и его направление соответствовало характеру сгонно-нагонных процессов [14]. Для мелководного Северного Каспия с его сильно изрезанными берегами и бурной водной растительностью вдоль них выявление зон осушки и затопления на основе спутниковых данных в историографии были представлены сведения о сгонно-нагонных явлениях Северного Прикаспия [15], определены методы и алгоритмы мониторинга зон экологического риска моря, выделены способы и подходы в исследовании объекта, определен оперативный спутниковый мониторинг наблюдения [16], выделены особенности сезонной и межгодовой изменчивости концентрации хлорофилла *a*, его пространственное распределение концентрации [17], определены предварительные результаты исследования объектов [18]. Среднеклиматические показатели, анализ синоптических вихрей, гидрометеорологические условия были исследованы в обобщающей работе «Каспийский регион: энциклопедия / Сост. Зонн И.С., Костяной А.Г., Жильцов С.С., Семенов С.В. (- М.: Московский университет им. С.Ю. Витте. - М., 2019. В 4-х т. - 685 с.). Именно для этого этапа формирования современной историографии образуется словосочетание понятия «Каспийский регион» в работе авторского коллектива: Soloviova D.M. Alferievoj Ya.O., Stochkova A.Ya., Bocharovoj T.Yu. Remote sensing of suspended particulate matter: case studies of the Sulak (Caspian Sea) and the Mzymta (Black Sea) mouth areas, в водном соединении, продолжая традицию заложенную академиком К.М. Бэр о соединении пространства между Черным и Каспийским морями, доказав, что во время путешествия в Калмыкию Паррота Маныч растекается в разные стороны: в восточном направлении он начитался у устья реки Калауса, откуда протекал к озеру Состинской системы «Кек Усун» и в глубокой древности впадал в Каспийское море. Такое представление о Маныче опровергало ошибочное мнение Палласа, согласно которому, Маныч являлся единой рекой, берущей начало у Каспия. Только в 1850 г. академик К. Бэр, обогатив догадку Паррота новыми материалами, раз и навсегда заявил, что Маныч имеет восточное и западное направления. Экспедиция К.И. Костенкова полностью подтвердила выводы К.М. Бэра. Необходимо заметить, что особенностями и перспективами развития современной историографии ДЗЗ из космоса для республики являются проблемные поля по исследованию вопросов:

- Если в долине реки Западный Маныч ростовскими метеорологами выявлено увеличение за год стока рек в 3%, какой характеристикой будет обладать водный покров в летне-осеннее время водоемов на территории РК?
- Как происходят изменения и внутригодовые распределения стока?

- Повсеместно ли увеличился годовой сток наносов, как произошло изменение внутригодового распределения стока наносов?
- Выявить взаимосвязь в РК между увеличением стока рек и его перераспределением и влиянием его на температуру воды, а также на ледовый режим (начало и окончание, промерзание и пересыхание).
- Поступление седиментационного материала увеличивается или сокращается в водоемах Республики Калмыкия?
- Роль эолового фактора в современном осадконакоплении на территории Калмыкии, его химический и процентный состав?
- Исследование заиление прудов, донные отложения и сток наносов малых водотоков на территории республики? Данные вопросы пока находятся за границами современной историографии в истории Республики Калмыкия.

Вместе с тем, необходимо отметить вклад в научную концептологию состояния экосистем Каспийского моря О.Ю. Лавровой, М.И. Митягиной, А.Г. Костяного как исследование спутниковых измерений по изучению антропогенной и природной нагрузки на окружающую среду Юга России, так и начальный период формирования состава источников в историографии по научным отчетам К.М. Бэра до введения формулировки «опустынивания как глобальной деградации земель» И. С. Зонном в работе «Пустыни и опустынивание. Энциклопедия» (М.: Межд. отношения, 2018) [19].

Если первые две книги - Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет И.А. «Комплексный спутниковый мониторинг морей России» (-М.: ИКИ РАН, 2011.-470 с.) и вторая книга –Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. «Спутниковые методы выявления мониторинга и зон экологического риска морских акваторий» (-М.: ИКИ РАН, 2016.-335 с.) - только частично касались проблем Каспийского моря, то объектом исследования работы О.Ю. Лавровой, М.И. Митягиной, А.Г. Костяного «Спутниковые методы исследования изменений Каспийского моря» (- М.: ИКИ РАН, 2022. - 250 с.), в основу которой легли научные отчеты и результаты работы по теме «Оценка изменчивости экологического состояния Каспийского моря в текущем столетии по данным спутникового дистанционного зондирования 2019-2022 гг., руководитель проекта: О.Ю. Лаврова» в результате которого полностью исследованы проблемы состояния Каспия сегодня: нефтяное загрязнение, характер пространственно-временной изменчивости ледяного покрова, периоды цветения фитопланктона, образование вихрей и внутренних волн, а также сгонно-нагонных явлений, в целом, выносов рек и регионального изменения климата. Причины исследования современного состояния гидрографической сети Республики Калмыкии объяснимы, прежде всего, последующим изменением климатических условий, аридизацией растительных и почвенных покровов, общей геополитической ситуацией в регионе, региональным изменением климата и продолжающимся падением уровня Каспия [20].

Заключение

Проведенные исследования, основанные на спутниковых данных «Landsat-7», наземных измерений физических характеристик водоемов РК свидетельствуют, об отсутствии длительный период времени систематизированных данных о водных ресурсах в РК, которые определили сегодня важность исследования водных объектов на территории Юга РФ. В качестве ключевых объектов изучения были выбраны учеными водоемы Кумо-Манычской впадины: оз. Маныч-Гудило, Чограйское водохранилище, Состинские водоемы в поле изучения геоинформационных систем (ГИС) для решения исследовательских задач региона. ГИС-поверхностных вод как результат долговременного геоэкологического мониторинга окружающей среды РК. Авторами показано, что в сочетании наземного исследования с геоинформационными технологиями основные слои ГИС-поверхностных вод послужили базовым материалом при составлении «Водохозяйственной карты РК» (Справка о внедрении - № 99/4-663 от 17 апреля 2003 г.). Созданная ГИС образовала

методическую основу для постановки и осуществления в Калмыкии детальных карт гидрологических объектов с использованием дистанционных методов исследований, которые наряду с материалами геоэкологического мониторинга составили основное содержание электронных экологических паспортов ключевых водных объектов РК. Определены биокомплексы на побережьях водоемов, которые приспособлены к особому водному режиму и отличаются от зональных. На профилях, на участках, различающихся по растительности, закладывались геоботанические площадки со стандартными описаниями растительности, почвенными шурфами до грунтовых вод, отбирались дополнительно пробы для уточнения и корректировки анализа их солевого состава. Для привязки точек обследований на местности применялось геопозиционирование на основе прибора «Garmin 12». Результаты работы использовались С.С. Улановой при написании аналитических записок для Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и были включены в научные отчеты БНУ РК «ИКИАТ» 2009-2011 гг., аналитической записки о состоянии пастбищных ресурсов РК.- Элиста, 2023 г. - 56 с. Разработанные экологические паспорта водных объектов являются основным научно-организационным инструментом мониторинговых наблюдений, и должны стать информационной основой для принятия решений – для ведения устойчивого водного хозяйства.

Современная обводненность республики за счет созданных искусственных водоемов увеличилась в 3 раза. Наибольшая природная обводненность установлена для Кумо-Манычского района, наименьшая – для Прикаспийского, в районе Ергени она в 3 раза больше дополнительной, созданной искусственными водоемами. В Кумо-Манычском районе за счет созданных искусственных водоемов обводненность возросла по результатам исследований ИКИАТ в 5 раз, а в Прикаспийской районе искусственная и природная обводненность почти равны [21]. С.С. Уланова и М.М. Чемидов смогли определить в ходе исследования и выделить геоэкологическую оценку водоресурсной роли водоемов, показать изменения водообеспеченностью территории РК в следствии создания искусственных водоемов. Благодаря созданной ГИС поверхностных вод появилась возможность подсчитать общую естественную обводненность территории РК по трем ландшафтными районам, обводненность за счет искусственных водоемов и произвести оценку вновь полученных данных [22]. Вместе с тем, существующая водообеспеченность РК не удовлетворяет на сегодня потребности сельскохозяйственного производства и особенно животноводческих хозяйств республики. Водоснабжение последних основано на использовании грунтовых и подземных вод, а также на использовании вод местного стока - озер и лиманов. На юго-востоке основным источником водоснабжения являются грунтовые воды, в западной части главными водоносными слоями являются Ергенинские пески, дающие пресную воду неплохого качества. Верхние горизонты подземных вод обладают небольшой мощностью. На глубине 80-150 м встречаются напорные воды, но они в большинстве случаев сильно минерализованы. Грунтовые воды восточной части территории также незначительного дебета и различного качества: от пресных до горько-соленых. В Манычской котловине грунтовые воды залегают в основном близко к поверхности, но они сильно минерализованы и обычно горько-соленые. Грунтовые воды и 300 артезианских в форме шахтных колодцев используются на отгонных пастбищах Черных земель фермерскими хозяйствами. Учеными БНУ РК «ИКИАТ» в ходе продолжительных исследований водных объектов с помощью геоинформационных систем (ГИС) удалось частично определить уровень отдельных водоемов республики, дать их территориальную привязку, их очертание и зафиксировать их соленость, которая меняется из года в год в зависимости от сезона времени, показав значение гидрологических параметров (Начальник отдела экологии БНУ РК «ИКИАТ»: С.С. Уланова). Между площадью водных объектов и минерализацией их вод существует тесная связь, оценочный коэффициент корреляции статистически значим и колеблется около 0,8. Таким образом, все исследованные водоемы Калмыкии отличаются высокой минерализацией воды, которая практически непригодна для водоснабжения населения. Наиболее минерализованными являются воды Чограйского водохранилища (1,63 г/л), более

засолены воды водохранилища Деед-Хулсун (7.74 г/л в привершинной части и 2.07 г/л у плотины), затем водохранилища Аршань-Зельмень (7.70 г/л в привершинной части и 7.21 г/л у плотины), наиболее засоленным является водоем Цаган-Нур (10.06 г/л в привершинной части и 10.83 г/л у плотины). Тип засоления водоемов оказался токсичным для растений: хлоридно-сульфатно-магниевый в водоемах Деед-Хулсун и Аршань-Зельмень, хлоридно-сульфатно-натриевый в водоеме Цаган-Нур. Грунтовые воды на побережьях, так же, как и воды водоемов, отличаются повышенной минерализацией. Близкое залегание (1.5 – 2 м) сильно минерализованных (7.7 - 65.9 г/л) грунтовых вод в условиях аридного климата является причиной засоления почв, достигающего 5.9%. Преобладающим типом засоления является натриево-хлоридно-сульфатный, реже сульфатно-натриево-хлоридный, единично сульфатно-натриево-кальциевый и сульфатно-кальциево-натриевый. Корреляционный анализ данных по минерализации вод изучаемых объектов и засоления почв на побережье показал статистически значимую высокую тесноту их связи между собой ($K=0.7$). Наибольшее содержание солей отмечено в почвенном разрезе на водоеме Цаган-Нур, несколько меньше - на Аршань-Зельмене, на Деед-Хулсуне, и на Чограйском водохранилище - менее всего [23]. Все блоки экотонной системы «вода-суша»: аквальный, амфибиальный или флуктуационный, динамический, дистантный и маргинальный, - представлены на побережьях изучаемых водоемов Калмыкии. Их протяженность и выраженность зависит от крутизны коренного берега и величины уровня водоема. Актуальность, новизна и научная значимость исследований подтвердили наличие природных комплексов – экотонов как переходных территорий, сформированных биогеосистемами разного типа и ранга, имеющие специфическую структуру в сохранении непрерывного биогеоценотического покрова со специфическими биотическими сообществами с особым составом, структурой и механизмами устойчивости отличающихся от других зональных комплексов функциональных блоков экотона, учеными ИКИАТ выделена структура и биоразнообразие экотонных систем побережий искусственных водоемов Калмыкии, представлены природные особенности древнего экотона на территории Прикаспийской низменности на правобережье Волги, исследована проблема сохранения биоразнообразия растительности дельт рек в условиях антропогенного изменения режима речного стока, показана динамика экотонной системы побережий под влиянием колебания уровня водоемов с помощью методики использования общедоступных материалов дистанционного зондирования низкого разрешения, регистрирующих земную поверхность с большой частотой.

По данным дистанционного зондирования были просчитаны площади изучаемых водоемов Калмыкии в годы различной водности. Это сканерные снимки, выполненные многоспектральной камерой ЕТМ+(9 спектральных каналов, пространственное разрешение до 15 м) с ИСЗ «Landsat-7». Гидрологические характеристики водоемов определялись в следующих спектральных диапазонах: 0.52-0.60 мкм (2 канал), 0.76-0.9 мкм (4 канал) с пространственным разрешением 30 м в масштабе 1:25000 м. Дополнительно были привлечены снимки, выполненной аппаратурой МСУ-СК, МСУ-Э со спутника «Ресурс 01 № 3» (пространственное разрешение 150.35 м, соответственно) и космофотоснимки, выполненные аппаратами КФА-1000 и КАТЭ-200 с ИСЗ «Космос» за 1975, 1983, 1990, 1991, 1999 гг. в диапазоне 0.51-0.60 мкм. В результате для каждого из ключевых водоемов были определены площади водной поверхности. Через изменение площади водоемов по топографическим картам и топохарактеристикам для изучения объектов удалось получить значение изменения их уровня за разные интервалы времени. Одним из важных направлений исследования явилось изучение экологических связей между основными гидрометрическими параметрами водных объектов (объем, площадь, уровень); между площадью водоема и его минерализацией; между минерализацией водоема и осадками [24].

Перспективными задачами развития сельскохозяйственного производства Республики Калмыкия являются создание единой информационной базы данных сведений

для правильной специализации и комплексного развития сельского хозяйства на основе максимального использования местных природных ресурсов и создание устойчивой кормовой базы, исключая зависимость развития животноводства от неблагоприятных климатических условий и более детальное исследование диэлектрических и радиоизлучательных характеристик земных покровов в микроволновом диапазоне, наблюдаемый с середины 60-х гг. XX в. [25], который связан с разработкой высокоточной, малогабаритной радиометрической аппаратуры, устанавливаемой на летательные аппараты, с целью дистанционного зондирования подстилающей поверхности, поскольку дистанционный мониторинг водной поверхности основан на закономерностях излучения и отражения электромагнитных волн различных диапазонов подстилающей поверхностью. С точки зрения исторического изменения ландшафтов и климата аналитический анализ сравнения компаративного подхода к источникам показал, что на картах 1942 г. различного происхождения и масштаба в Приютненском районе отмечено много населенных пунктов Пюрвян Нур, Бугу, Бисрюльта и других, которые трансформировались и исчезли с поверхности рельефа, сейчас их нет, но космические снимки позволяют восстановить рельеф, чётко показать и выделить их местонахождения и расположения в прошлом временном и пространственном географическом пребывании.

Таким образом, изучая архивные документы и современные снимки можно восстановить природные условия тех лет, какие были типы пастбищ, водность рек и прочее. Сравнивая современное состояние водоемов и пастбищ можно определить направления изменений природно-социальных условий. Не в полной мере в историографии советского периода отражена самая крупная возвышенность территории Калмыкии: 2x2x2x2 «Шаред» Ики-Бурульского района Маныча, не определена глубина водоемов, уровень стояния воды частично определен по рельефу местности, но уровень колебания во времени не отражен пространственно. Если в советской историографии больше внимания уделялось топонимике географических объектов, их ландшафтному расположению на местности, то в современной историографии объектом исследования является природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования, влияние обмеления Чограйского водохранилища на биоразнообразие растительности экотонной системы и др. [26].

Поэтому многие методы исследования, завоевавшие прочное положение в науке имеют перспективу применения: изучение гидророста пастбищных нагрузок, изменение роста площадей открытых песков, разные направления площадей опустынивания и ландшафтных пожаров, отслеживание динамики видового состава на структурные характеристики растительности и др. Отдельно необходимо обозначить вопрос о технологиях мониторинга пожаров, распределения очагов активного горения или тепловых аномалий: уничтожение растений, животных и их местообитаний, изменение видового состава растительности, интенсификация процессов водной эрозии и дефляции, снижение влажности верхних горизонтов почвы, уменьшение запаса семян в почве, выброс парниковых газов и других продуктов горения в атмосфере, разрушение объектов инфраструктуры, угроза жизни и здоровью населения и др., показали динамику площадей опустынивания, а также площади очагов опустынивания (осадки и температуры), а, следовательно, и новое распределение пастбищных нагрузок, зависимость площадей открытых песков, дефлированных территорий от пастбищной нагрузки, разницу опустынивания и восстановления в год появления очагов опустынивания [27]. Наличие ежедневных спутниковых данных открывает возможности автоматизированного картографирования всех типов растительности и требует регулярные широкомасштабные наземные исследования биомассы разных фракций: живая/мертвая, наземная/подземная и др. Ежегодные архивные и полевые исследования территории Республики Калмыкия позволяют отразить роль гидрологических водных путей в изменении экологической обстановки в

регионе. Специалистами компании «ТНГ-Групп» по заказу АО «Калмнефтегаз» приступили к поискам нефти и газа на одном из новых направлений в Калмыкии – Доланско-Эрдниевском участке недр, расположенном на территории Яшкульского, Юстинского и Кетченеровского районов. Работы методом общей глубинной точки (МОГТ) по 2D-сейсморазведке планируются завершить до второго квартала 2024 г. объем проводимых сейсморазведочных работ, которые составляют 900 погонных км, поиск и оценку новых природных месторождений в республике, включая водные запасы которые ведут около 100 сотрудников, после полевого сезона, анализ камерального этапа свидетельствует об обработке полученных данных в полевых условиях. 4 действующие лицензии на территории Калмыкии дают право пользования недрами: Долбанско-Эрдниевский, Ферманское газоконденсатное месторождение, Хонгоровское газовое и Каспийское нефтяное. Оценка ресурсной базы, по данным экспертов, составляет примерно 19 млрд. тонн условного топлива, на сегодня разведано от 2 до 8% запасов углеводородов, геолого-географическая изученность остается крайне низкой [28]. Сегодня в Калмыкии продолжают обследовать земли, подверженные опустыниванию. Межведомственная комиссия изучила территории пяти сельских муниципалитетов и двух СПК, выделяя земли Черноземельского района, наиболее подверженные опустыниванию, признаки опустынивания и деградации пастбищ выявили на площади 150, 5 тыс. гк. По итогам работы экспедиции в Калмыкию сотрудников Центра по борьбе с опустыниванием территорий Федерального научного центра РАН был сделан вывод о том, что площадь очагов опустынивания в государственном природном биосферном заповеднике «Черные земли» сократилась в 2, 5 раза и благодаря внедрению генеральной схемы по борьбе с опустыниванием, за 11 дней было обследовано 17 объектов на площади по маршруту более 2 тыс. км, из них 7 – на территории «Черные земли». ФНЦ агроэкологии РАН уведомил, что усовершенствованные технологии фитомелиорации для борьбы с опустыниванием и деградацией земель будут представлены учеными в 2024 г. для 14 наиболее засушливых регионов России. Выполнение проекта «Цифровой двойник Каспийского моря» (The Caspian Sea Digital Twin, руководитель: А.Г. Костяной), который вошел в план реализации ООН по проблемам устойчивого развития 2021-2030 гг. целью которого является создание «Центра данных по Каспийскому морю», который будет включать в себя обновляемый архив спутниковых данных: ИК, оптика, радиолокация, альтиметрия, океанологических данных: физические, химические, биологические параметры, состав гидрометеорологических данных наблюдений и результатов гидрологических моделей, данных реанализов атмосферы и результатов региональных прогнозов изменения климата, электронные атласы, электронную библиотеку публикаций по Каспийскому морю. Созданная инфраструктура позволит оценить антропогенную нагрузку на окружающую среду Каспийского моря, происходящие изменения климата, экстремальные погодно-климатические явления, влияние изменения климата на природные и социально-экономические системы. Она позволит поддерживать современными информационными ресурсами министерства и ведомства как Российской Федерации, так и других прикаспийских стран, будет содействовать принятию государственных и межгосударственных решений при разработке стратегии и механизмов адаптации к изменению климата и создания улучшенных условий для устойчивого развития региона Каспийского моря [29]. Обобщаются результаты науки прошлого века, определяются перспективы будущей актуальной концептологии современности, многие вопросы состояния источников XVIII-XIX столетия не позволяют нам сегодня подлинно рассматривать архивные материалы в Республике Калмыкия по проблемам региональной истории и показать основные характеристики современной исторической науки в регионе, не отразив законные интересы в развитии современной археографии. Но исследование вопросов картографирования компаративного анализа источников в сочетании с использованием методов ДЗЗ позволит восстановить природно-ландшафтный рельеф Юга России в древности.

Таблица 1

№	Фильм	Кадр	Масштаб	Вид съемки	Длина волны, км	Аппарат съемки	Дата съемки	Название водоемов
1.	1036	22664	1:200000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.06.95	Цаган-Нур
2.	1871	19539	1:200000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.05.83	Цаган-Нур
3.	0010	20223	1:200000	Ч/б	700-850	КАТЭ-200	17.09.88	Цаг
4.	-	-	1:200000	Ч/б	510-600	КАТЭ-200	08.05.78	Цаган-Нур
5.	-	-		Сканер	800-700	МСУ-СК	29.09.99	Цаган-Нур
6.	-	-		Сканер	520-600	ЕТМ+	06.07.01	Цаган-Нур
7.				Сканер	520-600	ЕТМ+	24.03.04	Цаган-Нур
8.	-	-	-	Ч/б	510-600	КАТЭ-200	08.05.78	Ханата
9.	1871	19540	1:200000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.05.83	Ханата
10.	0010	20225	1:200000	Ч/б	700-850	КАТЭ-200	17.09.88	Ханата
И	0062	17869	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	16.09.90	Ханата
12.	1648	21166	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.08.87	Ханата
13.	0261	18122	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	08.09.91	Ханата
14.	-	-	-	Сканер	600-700	МСУ-СК	29.09.99	Ханата
15.	-	-	-	Сканер	520-600	ЕТМ+	06.07.01	Ханата
16.				Сканер	520-600	ЕТМ+	24.03.04	Ханата
17.	1036	22656	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.06.75	Чограйское
18.	0014	00757	1:200000	ч/б	700-850	КАТЭ-200	09.09.88	Чограйское
19.	0013	00623	1:200000	Ч/б	510-600	КАТЭ-200	17.09.88	Чограйское
20.				Сканер	-	МСУ-СК	29.09.99	Чограйское
21.				Сканер	760-900	ЕТМ+	19.05.01	Чограйское
22.				Сканер	520-600	ЕТМ+	30.04.03	Чограйское
23.	1036	22665	1:200000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.06.75	Ар-шань-Зельмень
24.	-		1:200000	Ч/б	590-600	КАТЭ-200	08.05.78	Ар-шань-Зельмень
25.	1871	1959	1:200000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.05.83	Ар-шань-Зельмень
26.	2183	18621	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	10.08.86	Ар-шань-Зельмень
27.	0088	18963	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.06.90	Ар-шань-Зельмень
28.	0256	17194	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	06.07.91	Ар-шань-Зельмень
29.	-	-	-	Сканер	600-700	МСУ-СК	23.09.99	Ар-шань-Зельмень
№	Фильм	Кадр	Масштаб	Вид съемки	Длина волны, км	Аппарат съемки	Дата съемки	Название водоемов
30.	-	-	-	Сканер	520-600	ЕТМ+	06.07.01	Ар-шань-Зельмень
31.				Сканер	520-600	ЕТМ+	14.09.04	Ар-шань-Зельмень
32.	1034	22661	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	05.06.75	Деед-Хул-сун

33	0010	20220	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	17.09.88	Дед-Хулсун
34	0264	19508	1:100000	СПЗ	570-810	КФА-1000	02.08.91	Дед-Хулсун
35	-	-	-	Сканер	600-700	МСУ-СК	29.09.99	Дед-Хул- сун
36	-	-	-	Сканер	760-900	ЕТМ+	19.05.06	Дед-Хул- сун
37				Сканер	520-600	ЕТМ+	23.09.03	Дед-Хул- сун
38				Сканер	760-900	ЕТМ+	19.09.04	Дед-Хул- сун

1. Кузнецова Н.Д. Академик Карл Эрнест (Карл Максимович) фон Бэр, его жизнь и деятельность, преимущественно в области ихтиологии – научной и прикладной. – СПб.: Типография В. Демакова, Новый пер., д. - № 7, 1892 // Известия Рыбпромышленности, 1892 г., № 12. - С. 35, 59, 60, 67. По отчету И. Кузнецова. 8.12.1892 г.
2. Почвы Калмыцкой области (Большедербетовский улус и Ергенинская возвышенность)». - Саратов, 1926. – ч. 1; Почвы Калмыцкой области (Низменная степь)». - Саратов, 1930. – ч. 2. См.: Борисенко И.В. Времен минувших отражение. - Элиста: ККИ, 1990-С. 12, 43.
3. Академик Бэр К.М. Отчет о путешествии на Маньч // Вестник, 1892(?). - С. 236, 243, 253.
4. См.: Борисенко И.В. Времен минувших отражение. - Элиста: ККИ, 1990. - С. 12, 23-24, 43, 89.
5. Убушаев К.В. Возрождение национальной автономии репрессированного народа 1957-1958 гг. - Элиста: КалмГУ им. Б.Б. Городовикова, 2017. – С. 71.
6. Там же. – С. 89.
7. Агроклиматический справочник КАССР. - Ленинград: «Гидрометеиздат», 1961. - С. 9-10.
8. См.: Манасян С.Г., Бельтинов Б.П. Карта среднесноголетнего слоя стока и минерализации поверхностных вод Возвышенности Ергени в пределах Калмыцкой АССР» М.1:500000 (1989); Цуркан С.Я., Бельтинов Б.П. Карта среднесноголетнего слоя лиманного стока Прикаспийской низменности в пределах Калмыцкой АССР № М.1:500000 (1990); Ганжигасев Н.Н. «Схема водосборных бассейнов РК» М.1:100000 Калмыцкий филиал Института Волго-Гипроводхоз (1982); «Схема водоснабжения Республики Калмыкия» М. 1:750000 Северо-Кавказское аэрогеодезическое предприятие Роскартографии (1994) // Уланова С.С., Чемидов М.М. ГИС – поверхностных вод как результат долговременного геоэкологического мониторинга окружающей среды Республики Калмыкия // Геоинформационные системы в региональных исследованиях: теория, методология, практика (на материалах Республики Калмыкия). - Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2019. Гл. 4.1. -С. 122.
9. Уланова С.С. Применение ГИС-технологий для выделения границ и изучения структурных блоков экотона // Экотонные системы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. - М.: «Типография № Россельхозакадемии», 2011. - С. 42-49.
10. Лазарева В.Г., Молчанова Л.В., Шадрин М.Б. Природные особенности древнего экотона на территории Прикаспийской низменности на правом берегу Волги // Указ. соч., - С. 98-107.
11. Новикова Н.М., Уланова С.С. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях // Проблемы региональной экологии, 2008. - № 2. - С. 33-39.
12. Уланова С.С. Экологическая паспортизация искусственных водоемов Кумо-Маньчской впадины в пределах Республики Калмыкия. - Элиста: НПП «Джангар», 2014. - С. 5-6.
13. См.: Зонн И.С. «Очерки по истории изучения Каспийского моря (с древнейших времен до начала XXI в.). - М.: «Советский спорт», 2005; Зонн И. С. «Каспийская энциклопедия» / Ред.: Косарев А.Н.. 1 изд. - М.: «Межд. отношения», 2004. - 461 с. 1 изд.; Зонн И.С. «Каспийская энциклопедия». - 2 изд. М.: «Межд. отношения», 2015. – 512 с.; Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А. Н., Жильцов С.С. «Каспийское море. Энциклопедия». - М., 2017; Zonn I.S., Kostianoy A.G., Kosarev A.N., Glantz M. «The Caspian Sea Encyclopedia». Berlin; Heidelberg; N.Y.: Springer-Verlag, 2010. - 527 p.; Лаврова О. Ю., Митягина М.И., Костяной А. Г. «Спутниковые методы исследования измерений Каспийского моря». - М.: ИКИ РАН, 2022. - 250 с.; Зонн И. С. «Пустыни и опустынивание. Энциклопедия». - М.: «Межд. отношения», 2018;

- Водный баланс и колебания уровня Каспийского моря: Моделирование и прогноз: научно-методическое пособие / ред. Нестеров Е.С.-М.: «Триада лтд», 2016.-378 с.; Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: Проект «Моря». Т.6. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Ред.: Ф.С. Тезиев, А.Н. Косарев, А.А. Керимов. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.-359 с. и др.
14. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы исследования изменений Каспийского моря. - М.: ИКИ РАН, 2022. - С. 196-197.
 15. См.: Лаврова О.Ю., Костяной А.Г. Использование современных спутниковых данных для мониторинга сгонно-нагонных явлений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. - № 2. - С. 227-242. DOL:10.21046/2070-7401-2020-17-2-227-242.
 16. 16. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. - М.: ИКИ РАН, 2016. - 335 с.; Лебедев С.А., Костяной А.Г. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. - М.: «Море», 2005.-366 с.; Они же. Изменения уровня и динамики вод по данным спутниковой альтиметрии // Система Каспийского моря / Отв. ред.: А.П. Лисицын. -М.: «Науч. мир», 2016.- С.13-41; Каримова С.С. Статистический анализ субмезомасштабных вихрей Балтийского, Черного и Каспийского морей по данным спутниковой радиолокации // Исследование Земли из космоса, 2012. № 3. - С. 31-47. DOL: 10.7868/SO20596141506010X; Coastal Altimetry / eds. Vignudelli S., Kostianoy A.G., Cipollini P., Benveniste J., Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. - 578 p. DOL: 10.1007 / 978-3-642-12796-0; Doerffer R., Schiller H. The MERIS Care 2 water algorithm // Intern. J. Remote Sensing.2007/ v. 28 (3-4). p. 517-535. <https://doi.org/10.1080/01431160600821127/>; Lavrova O.Yu., Mityagina M.I. Satellite Survey of Internal Waves in the Black and Caspian Seas // Remote Sensing, 2017. V. 9. Iss.9.p.892 / DOL: 10.3390 / rs9090892; Oil and gas pipelines in the Blesk-Caspian Seas Region / ens. Zhiltsov S.S., Zonn I.S., Kostianoy A.G. Switzerland: Springer Intern. Publ. AG. 2016. 288 p. DOL:10.1007 / 978-3-319-43908-2; Lavrova O.Yu., Ginzburg A.I., Kostinoy A.G., Bocharova T.Yu. Interannual variability of ice cover in the Caspian Sea // J.Hydrology X. 2022. V.17. Art. No. 100145. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2022.100145>; Lebedev S.A., Kostinoy A.G. Integrated using of satellite altimetry in investigation of meteorological, hydrological and hydrodynamic region of the Caspia Sea // J. Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences. 2008. V. 19. Iss.1-2. p. 71-82. DOL: 10. 3319 / TAO. 2008. 19. 1-2. 71 (SA); Lavrova O.Yu., Mityagina M.I., Sabinin K.D. Serebryany A.N. Satellite Observations of Surface Manifestations of Internal Waves in the Caspian Sea // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2011. v. 47. No. 9. p. 1119-1126. DOL:10.1134 / S000143381109009X.; Nechad B., Ruddick K., Park Y. Calibration and validation of a generic multisensory algorithm for mapping of total suspended matter in turbid water // Remote Sensing of Environ. 2010. v. 114. p. 854-866. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.11.022>.; Nechad B., Ruddick K., Schroeder T., Oubelkheir K., Biondeau-Patissier D., Cherukuru N., Brando V., Dekker A., Clementson L., Banks A.C., Maritorena S., Werdell J., Sa C., Brotas V., Caballero de Frutos I., Ahn Y.-H., Salama S., Martinez-Vicente V., Foley D., McKibben M., Nahorniak J., Peterson T., Silio-Calzada A., Rottgers R., Lee Z., Peters M., Brockmann C. CoastColour Round Robin data sets: A database to evaluate the performance of algorithms for the retrieval of water quality parameters in coastal waters // Earth System Science Data. 2015. v. 7. p. 319-348. <http://doi.org/10.5194/essd-7-319-2015> и др.
 17. Lavrova O., Survey of Internal Waves in the Blasc and Caspian Seas // Remote Sensing.2017. v. 9. Iss.9. p. 892. DOL: 10.3390 / rs 9090892; Они же. Manifestation specifics of hydrodynamic processes in satellite images of intense phytoplankton bloom areas // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2016. V. 52. No. 9. P. 974-987. DOL: 10 / 1134 / S0001433816090176.
 18. Lavrova O. Yu. Kostinoy A.G. Mityagina M.I. Stochkov A.Ya. Bacharova T. Yu. Remote sensing of sea ice Caspian Sea // Proc. SPIE. V.11150. Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions. 2019. Art. No. 111500Q. <https://doi.org/10.1117/12.2532136>; Lavrova O.Yu. Nazirova K.R. Soloviov D.M. Alferieva Ya.O. Stochkov A.Ya. Bocharova T.Yu. Remote sensing of suspended particulate matter: case studies of the Sulak (Caspian Sea) and the Mzymta (Black Sea) mouth areas // Proc. SPIE. Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions.2021.v. 11857. Frt. No.1185705. <https://doi.org/10.1117/12.2599809>.
 19. Зонн И. С. «Пустыни и опустынивание. Энциклопедия». -М.: «Межд. отношения», 2018 и др.
 20. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы исследования измерений Каспийского моря. – М.: ИКИ РАН, 2022. - С. 238-239.
 21. Уланова С.С., Чемидов М.М. ГИС – поверхностных вод как результат долговременного геоэкологического мониторинга окружающей среды Республики Калмыкия // Геоинформационные системы в региональных исследованиях: теория, методология, практика (на материалах Республики Калмыкия). - Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2019. Гл. 4.1. – С. 128.
 22. 22.Там же. Гл. 4.1. - С. 130.
 23. Новикова Н.М., Уланова С.С. Структура и биоразнообразие экотонных систем побережий искусственных водоемов Калмыкии // Экотонные системы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. - М.: «Типография № Россельхозакадемии», 2011. -С. 87-90
 24. Уланова С.С., Чемидов М.М. ГИС – поверхностных вод как результат долговременного геоэкологического мониторинга окружающей среды Республики Калмыкия // Геоинформационные

- системы в региональных исследованиях: теория, методология, практика (на материалах Республики Калмыкия). - Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2019. - Гл. 4.1. - С. 130.-С.131-133.
25. Романов А.Н., Хвостов И.В. Космический микроволновый мониторинг засоленных почв и соленых озер Кулиндинской равнины. - Барнаул: ООО «Пять плюс», 2017. - С. 6.
 26. См.: Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования[Электронный ресурс]: сборник материалов 9 Национальной научно-практической конференции.-Элиста,21-22 апреля 2022 г. / редкол.: В.А. Эвиев [и др.]; Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова.-Электронные данные.-Санкт-Петербург: Сциентиа, 2022.-С.76-84.-Библиогр.: 12 назв.-URL: <https://scientia-pub.org/index.php/Sci/catalog/book/32>-Загл. С экрана. ISBN 978-5-6048270-9-3.ББК 20.18(238)я431; Уланова С.С. Влияние обмеления Чограйского водохранилища на биоразнообразие растительности экотонной системы / С.С. Уланова // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов: материалы XVI Международной научно-практ. конф., / г. Волжский, 25-26 ноября 2021 г. / Волжский филиал Федер. Гос. Авт. Образоват. Учреждения высш. Образования «Волгогр. Гос. Ун-т». - Волгоград: изд-во «Сфера», 2022. - С.181-187. - Библиогр. : 3 назв.
 27. Шинкаренко С.С. Спутниковый мониторинг состояния аридных ландшафтов России и сопредельных территорий // Очередное заседание Всероссийского семинара «Проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» состоится в среду 7 июня 2023 в 11:00 AM (Москва) <http://smiswww.iki.rssi.ru/default.aspx?page=816>
 28. Джамбинов О. Интервьюирование: разведка недр // Хальмг унн, 2023. № 85 (18924), от 12 августа 2023. - С. 3.
 29. Лаврова О. Ю., Митягина М.И., Костяной А. Г. «Спутниковые методы исследования измерений Каспийского моря».- М.: ИКИ РАН, 2022. – С. 239.
 30. Примечание: авторы С.С. Уланова, М.М. Чемидов.
- Примечание [30]:
-

РАЗДЕЛ VII. АГРОНОМИЯ

Крашенинников М.С.

Дератизационная система защиты сельскохозяйственных земель

*Независимый исследователь
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/iip-12-2023-14

Аннотация

В статье кратко представлены применяемые в настоящее время способы защиты сельскохозяйственных земель от мышевидных грызунов, обозначена актуальность механизации данного процесса, предложена концепция модульной дератизационной системы для высокоскоростной широкополосной обработки полей.

Ключевые слова: дератизация, сельскохозяйственные поля, модульные конструкции, искусственный интеллект, распознавание объектов в видеопотоке.

Abstract

The article briefly presents the currently used methods of protecting agricultural land from mouse-like rodents, the relevance of mechanization of this process is indicated, the concept of a modular deratization system for high-speed broadband field processing is proposed.

Keywords: deratization, agricultural fields, modular structures, artificial intelligence, object recognition in a video stream.

Введение

Дератизационными системами (фр. *dératisation* — дословно «уничтожение крыс») называют комплекс технических средств (механизмов, приспособлений, инструментов) предназначенных для эффективной борьбы с грызунами-вредителями (крысы, мыши, полёвки и др.). Запоздалое проведение дератизационных мероприятий оборачивается огромными потерями урожая колосовых культур, многолетних трав (в лучшем случае теряется 10-25 % урожая озимых, от 30 до 70% урожая многолетних трав, до 50% зерновых культур) [1]. Подобные потери обесценивают достижения от селекции, удобрений, своевременности посевных мероприятий и сборов.

Сельскохозяйственные поля отличаются значительными площадями (тысячи гектаров) и имеют протяжённость на несколько километров по длине и ширине. Единственным способом дератизационной обработки таких площадей является массовая раскладка прикорма, отравленного либо возбуждителями заболеваний (биологический метод), либо ядом (химический метод). Однако раскладка отравленного прикорма на открытых пространствах увеличивает опасность вторичных отравлений нецелевых теплокровных животных и падальщиков, поэтому раскладка отравленного прикорма должна производиться непосредственно в норки полевых грызунов. В полевых условиях дератизацию проводят минимум два раза в год: весной и осенью, перед началом сельскохозяйственных работ в поле и после их завершения. Через 10-15 дней после дератизации производится контроль с решением о необходимости повторной процедуры.

Задача раскладки отравы по норкам является до сих пор сложно выполнимой и поэтому с/х предприятия (и что удручает, особенно крупные агрохолдинги с большим фондом земель) зачастую вынуждены ограничиваться малыми площадями обработки, либо обрабатывать поля методом открытой раскладки или вовсе не проводить её и терпеть убытки.

Далее представлены способы раскладки отравленного прикорма, которые используются в настоящее время и предлагаются различными разработчиками.

Ручной способ с притаптыванием норки

Ручной способ в настоящее время является основным и используется повсеместно. Он позволяет достичь высокого качества обработки поля, но является крайне трудозатратным и низкопроизводительным.

Способ заключается в формировании бригад, как правило из всех доступных в хозяйстве человек, которые выстраиваются в шеренгу вдоль одной из сторон поля. Люди встают на расстоянии нескольких метров, берут ёмкости с отравленным зерном и лопатки, а затем в одно время проходят до противоположного конца поля, засыпая встречающиеся по пути норки небольшими порциями зерна и притаптывают норки. После разворачиваются, снова выстраиваются и идут обратно (рис. 1).



Рисунок 1. Раскладка отравленного прикорма ручным способом.

Для облегчения труда как правило создаются различные приспособления из подручных материалов (рис. 2-5).



Рисунок 2. Раскладка с помощью ложек на удлинённых ручках (палочках) [2]

Плюсами метода являются его простота, экологичность, эффективность, контроль дозировки и точность доставки отравы в норки. Однако метод имеет ограниченную применимость даже для средних по размерам хозяйств, а для крупных хозяйств практически не применим.



Рисунок 3. Самодельные полуавтоматические дозаторы [3-5].

Гнездовая раскладка отравленного зерна в полях

При гнездовой раскладке (рис. 6) зерно укладывают примерно через каждые 100 метров, его накрывают соломой для защиты от поедания другими видами (например, птицами) и создания предпочтительных условий для обустройства нор полевыми грызунами.

Данный способ также представляет риск для нецелевых теплокровных животных и птиц, однако экологичнее прямого разбрасывания отравленного прикорма, обеспечивает

возможность обработки больших площадей, но обладает низкой эффективностью воздействия на популяцию грызунов.



Рисунок 4. Низкорасположенные ёмкости с горловым отверстием.



Рисунок 6. Гнездовая раскладка отравленного зерна в полях [7].

Использование сеялок и навесных универсальных разбрасывателей

Способ применяется для экстренной обработки значительных площадей с последующими рисками возникновения ошибок в борьбе с мышевидными грызунами. Данному способу зачастую сопутствует завышенный объём выноса на поля как родентицидов, так и зерновых отрав (с превышением до 10 раз нормы в 1-3 кг/га). Способ не отличается высокой эффективностью, т.к. часть приманки съедается птицами и нецелевыми животными. Для внесения родентицидов могут использоваться модифицированные сеялки (рис. 7).



Рисунок 7. Пример переделанной сеялки [8].

При увеличении численности полёвок (более 500 особей) сельскохозяйственные предприятия вынуждены повторять обработку посевов несколько раз. Это является нарушением установленных рекомендаций специалистов, т.к. в этом случае результат обработок не превышает 70-80%.

Использование дронов (концептуальные решения)

Поиском новых технологий раскладки приманки с помощью дронов занималась компания Goodnature (новозеландский производитель смертельных ловушек для таких животных, как горностаи, крысы, мыши и опоссумы с 2005 года). Направление не получило развития. Известны также и отечественные разработки в этой сфере [9] (рис. 8).

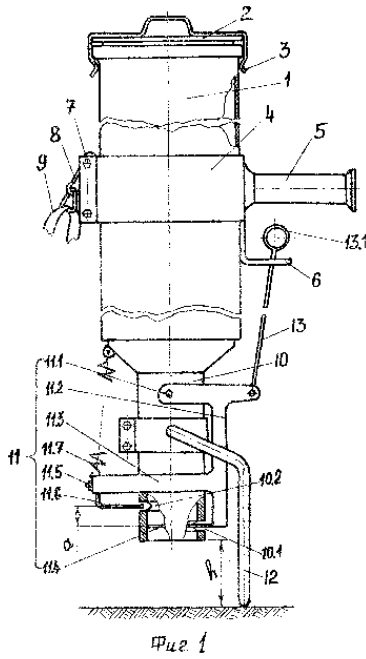


Рисунок 5. Переносной родентицидный аппарат [6].

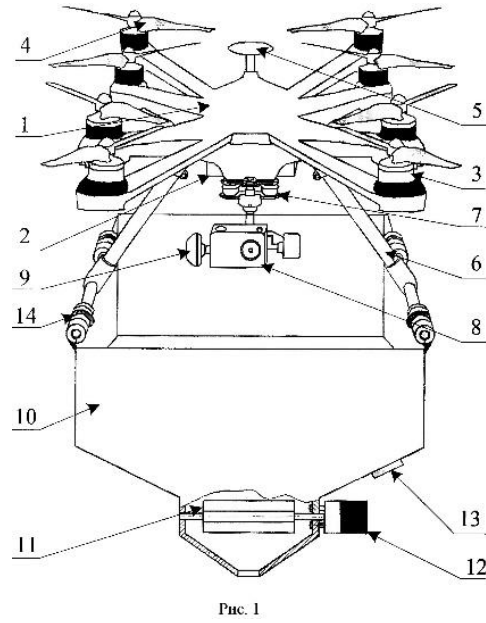


Рисунок 8. Родентицидный коптер для точечного внесения отравленной приманки [9].

Анализ существующих решений показал, что использование дронов как средства внесения родентицидов имеет ряд существенных недостатков, однако их использование по прямому назначению имеет свои преимущества.

Дроны, используемые для аэрофотосъемки, позволяют решать задачи в области фитосанитарного контроля, не снижая качества по сравнению с традиционным “наземным” методом. Это доказывают исследования Лысова А.К., Яковлева А.А., Бабича Н.В., Дудко В.Г., Воробьева Ю.Д. [10].

Первые такие испытания были проведены в Красногвардейском районе Крыма и в Каневском районе Краснодарского края. Их результаты легли в основу методических рекомендаций по оценке заселённости грызунами озимых зерновых колосовых культур с помощью БПЛА. На аэрофотоснимках в видимом спектре света видны норовые отверстия грызунов, их тропы, участки повреждённой растительности.

Производительность БПЛА-метода диагностики выше наземного в 24 раза, отмечает Яковлев А.А., однако из-за бесконтактности метода проблемой остаётся определение числа жилых нор. Сейчас это выполняется притаптыванием и подсчётом нор, вскрытых на следующий день. Решение может находиться в применении съёмки в инфракрасном свете.

Автопилотируемый аппарат для внесения родентицидов (концепт).

Общество с ограниченной ответственностью «Геоинформационные, навигационно-управляющие системы» (ООО «Гинус», Москва) предложило своё видение решения проблемы точного внесения отравленного прикорма [11].



Рисунок 10. Автопилотируемый аппарат (ООО «Гинус», Москва).

Согласно техническому описанию, представленный автопилотируемый аппарат для внесения отравленной приманки имеет ёмкость бака 100 кг, рассчитан на 10 часов автономной работы, обрабатывает поле по программе и дистанционно управляется оператором.

По данным на 2017г. агрегат прошёл испытания в заводских условиях и в дальнейшем планировалась его апробация в условиях с/х полей. К сожалению, актуальных сведений о ходе проекта в открытых источниках найти не удалось.

Предлагаемое решение – модульная дератизационная система

Предложенное решение заключается (рис. 12-14) в создании прицепного устройства, построенного по секционной компоновке (согласно классификации конструктивных типов сеялок) – единая рама с установленными унифицированными функциональными блоками-дозаторами (рис. 11).



Рисунок 11. Примеры прицепных агрегатов, ставших концептуальной основой предлагаемой дератизационной системы.

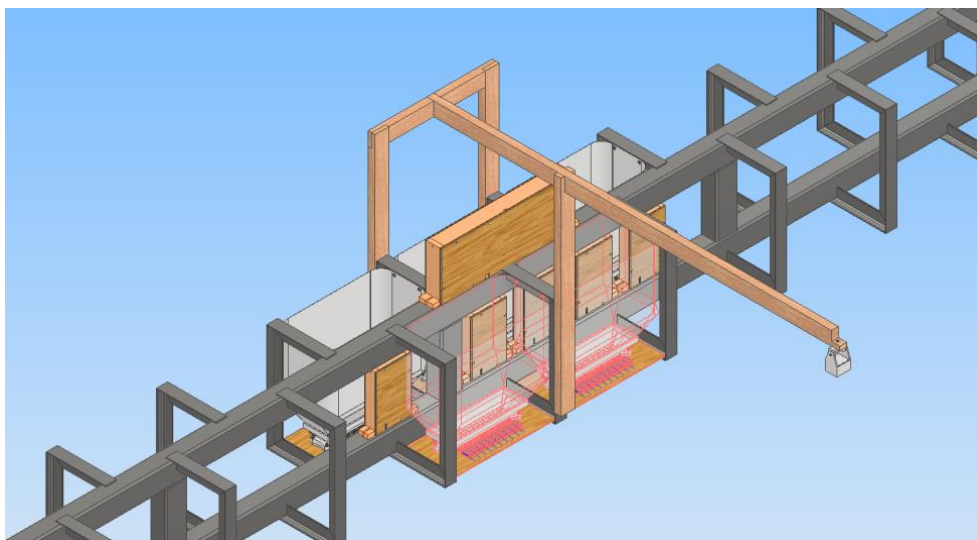


Рисунок 12. 3D модель одного функционального модуля с соответствующей электроникой (в корпусах), установленного в силовую раму.

Каждый функциональный модуль (рис. 12) дератизационной системы, содержит 5 отдельных блоков подачи приманки (рис. 13), которые работают самостоятельно и независимо от других блоков. Каждый блок управляет 20 каналами подачи отравленной приманки (рис. 14). Модульное разделение системы позволяет создавать наборные конструкции требуемых размеров. После монтажа функциональных модулей на несущую раму (колёсное шасси) они соединяются линиями связи и электропитания.

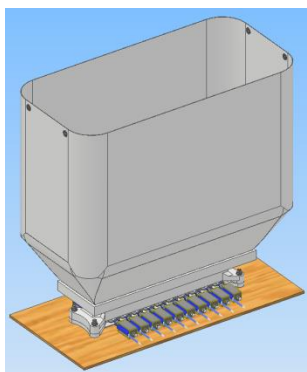


Рисунок 13. 3D модель одного из пяти блоков в составе функционального модуля дератизационной системы.

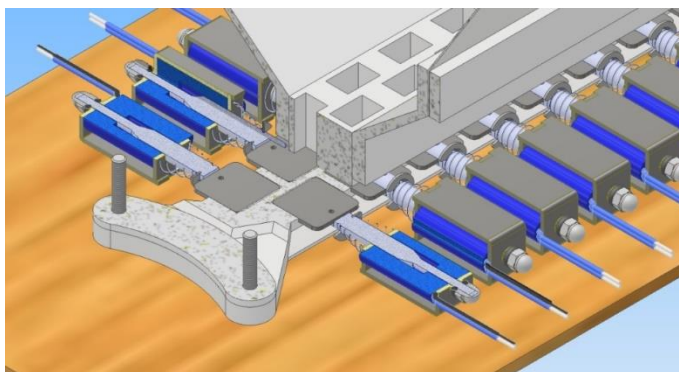


Рисунок 14. Вид блока в разрезе.

Каждый функциональный модуль способен управлять 100 каналов подачи приманки. Для определения периодов активации задействованных каналов, модуль оснащается высокоскоростной камерой и бортовым вычислителем (микрокомпьютер) для поиска в видеопотоке мышинных норок. Определение осуществляется по выбору либо имплементированным модулем искусственного интеллекта (подключаемая обученная нейросеть), либо с помощью комбинации классических методов обработки изображений. Каналы подачи приманки ориентированы вертикально и расположены шахматным порядком в теле одной детали, которую рационально изготавливать методом 3D печати или литья в силиконовую форму. Каждый вертикальный канал оснащается управляемой заглушкой соленоидного типа. Вариаций исполнения заглушки довольно много, но на данный момент рациональным представляется использование именно подпружиненных заслонок. Продвижение зёрен по каналам происходит под действием силы тяжести, но возможна установка принудительного толкателя или использования сжатого воздуха.

Разработанное решение ранее не описывалось в открытых источниках, превосходит ранее известные или предложенные способы раскладки по точности и скорости, а также способно осуществлять высокоточную широкополосную (до 15-20 метров) дератизационную обработку полей за один проход тягача с оценочной скоростью порядка 25-35 км/ч (обеспечивая производительность порядка 37,5 га/ч).

К настоящему времени по проекту выполнены работы патентного поиска, анализа конкурентных решений, выполнена разработка эскизного проекта в части конструкции, разработана электрическая схема, разработаны печатные платы электронных компонентов и определены модели интегрируемых компонентов (включая бортовой вычислитель, микроконтроллеры и видеокамеру), собрана обучающая выборка для имитации видеопотока с камеры, обучен имплементируемый модуль искусственного интеллекта, разработан способ поиска мышинных нор в видеопотоке классическими методами, разработано программное обеспечение для бортового вычислителя и платы управления блоками селективной подачи приманки.

Проект находится в стадии активной разработки, а разработанные решения перешли к этапу патентной защиты – на разработанное программное обеспечение уже получен сертификат о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023684154.

1. Воробьёв М. Зубастая напасть: современная стратегия борьбы с полевыми грызунами // Портал ГлавАгроном. Ссылка для доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Zubastaya-napast-sovremennaya-strategiya-borby-s-polevymi-gryzunami>
2. Ручная раскладка с помощью ложек на удлинённых ручках (палочках) // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=tpNtmQraMIw>

-
3. Самодельные полуавтоматические дозаторы // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=tpNtmQraMIw>
 4. Самодельные полуавтоматические дозаторы // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=P1XJujhIZfU>
 5. Самодельные полуавтоматические дозаторы // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=SlcYIKXvVAc>
 6. Мечкало Л.Ф. «Родентицидный переносной аппарат» // Патент РФ на изобретение №2573333 от 01.08.2014.
 7. Гнездовая раскладка отравленного зерна в полях // Ссылка для доступа: https://www.youtube.com/watch?v=73_CZImHWIE
 8. Пример переделанной сеялки // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=dNgZTwGufT0>
 9. Петухов Д.А., Сердюк В.В., Марченко В.О. Родентицидный коптер для точечного внесения отравленной приманки // Патент РФ № 180524 от 03.04.2017
 10. Лысов А.К., Яковлев А.А., Бабич Н.В., Дудко В.Г., Воробьев Ю.Д. «Геоинформационные технологии в защите растений» Международный Агропромышленный Конгресс «Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутренних и внешних рынках. СПб.: 2017. С. 59–61
 11. Выступление Вячеслава Дудко, председателя совета директоров «ГИНУС», в рамках семинара НАУРР в «Точке кипения» АСИ (27 февраля 2017г.) // Ссылка для доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=QxxosyyV7Lg>
-



LJournal

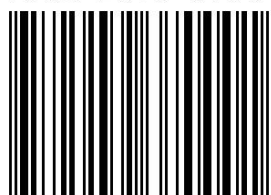
Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

ИССЛЕДОВАНИЯ. ИННОВАЦИИ. ПРАКТИКА

№5(10), Декабрь 2023

ISSN 2949-3706



9 772949 370001 >

Подписано в печать 25.12.2023. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.4,60
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович