

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Содомбекова Ишенбай Содомбековича, доктора биологических наук, профессора – эксперта диссертационного совета Д 03.24.693 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) наук при Институте биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, соучредитель Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова по диссертации Тотубаевой Нурзат Эрмековны на тему: “Водные и почвенные факторы устойчивого развития севера Кыргызстана”, представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности: 03.02.08 – экология.

Рассмотрев представленную соискателем Тотубаевой Нурзат Эрмековной диссертационную работу, пришел к следующему заключению:

**1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите.**

Представленная Тотубаевой Нурзат Эрмековной докторская диссертация соответствует профилю диссертационного совета. В диссертационной работе представлены результаты анализа оценочных критериев и интегральных индикаторов, характеризующих состояние почвенных и водных экосистем в промышленных и урбанизированных районах Кыргызстана. Разработано научное обоснование и предложены методы внедрения экологически устойчивых технологий, ориентированных на принципы рециркулярных технологий. Особое внимание уделено значимости использования многокритериальных экологических индексов для всесторонней диагностики состояния водных и почвенных экосистем, что соответствует современным научным требованиям и полностью соответствует паспорту специальности 03.02.08 – экология.

**Целью диссертации является** разработка критериев и интегрированной методологии оценки экологического состояния почвенных и водных экосистем в промышленных и урбанизированных районах севера Кыргызстана, а также обоснование и внедрение экологически устойчивых технологий ремедиации и переработки отходов.

**Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:**

1. Разработать научно-практические основы применения многокритериальных экологических индексов для комплексной оценки почвенных экосистем, подверженных загрязнению и аккумуляции тяжелыми металлами;
2. Изучить потенциал использования фитотолерантных растений для фитотестирования нефтезагрязненных почв, для оценки степени загрязнения и эффективности природных методов восстановления почв;
3. Изучить и подобрать индикаторные виды для оценки рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы озера Иссык-Куль;

4. Оценить экологическое состояние озера Иссык-Куль, с применением экологических индексов и критериев;
5. Изучить и обосновать критерии определения ширины прибрежной буферной зоны водных экосистем на примере озера Иссык-Куль.
6. Разработать интегрированные показатели для оценки антропогенной трансформации природных экосистем и степени их экологической нагрузки;
7. Разработать современные модели экологического мониторинга природных экосистем для эффективного управления рисками загрязнения водных и почвенных ресурсов.
8. Разработать экологически устойчивые технологии ремедиации почв промышленных объектов.

**Оценить возможность достижения цели согласно поставленным задачам (этапы, средства и методы достижения и т.д.).**

Соответствие объекта исследования диссертации цели и задачам диссертации: Исследование демонстрирует полное соответствие объекта диссертации ее цели и задачам. Поставленные задачи последовательно решаются, формируя логически заверченный научный труд. Взаимосвязь между целью, задачами и результатами работы прослеживается четко, обеспечивая целостность исследования и подтверждая его завершенность и научную обоснованность.

**Соответствие методов исследования задачам диссертации (использование современной аппаратуры, наличие сертификатов у лабораторий и вивария, адекватной стат. обработки) - по каждой задаче:**

С учетом многоаспектности проведенных экспериментальных исследований, в диссертационной работе применены методологические подходы были систематизированы по ключевым направлениям. В их числе выделены группы методов, направленных на оценку состояния водных и почвенных ресурсов, разработку и внедрение технологий ремедиации загрязненных почвенных экосистем, а также рециркуляцию очищенных грунтов. Такая структуризация позволила обеспечить целостность исследовательского процесса и повысить обоснованность полученных результатов.

В ходе исследования были использованы современные приборы международной аккредитованной лаборатории «Alex Stewart Assay and Environmental Laboratories» ISO 22036-2014, обеспечивающая воспроизводимость и достоверность полученных данных. Для математической обработки и интерпретации результатов применялись специализированные статистические программные комплексы, а использование спутниковых снимков Sentinel-3 и определение границ и площадей прибрежных зон, а также степени их трансформации с использованием Google Earth Pro и ArcGIS 10.5.1 позволило провести детализированный геопространственный анализ. Такой методологический подход соответствует передовым научным стандартам и актуальным требованиям, предъявляемым к исследованиям в области

экологического мониторинга и рационального природопользования на международном уровне. В качестве объектов исследований были выбраны техногенные экосистемы, природные горные ландшафты, прибрежные экосистемы и экосистемы городской среды. Образцы техногенных почв изучались для определения уровня загрязнения тяжелыми металлами с использованием различных показателей: коэффициент обогащения (EF), индекс геоаккумуляции (Igeo), коэффициент загрязнения (CF), степень загрязнения (Cd), индекс потенциального экологического риска (PER) и индекс экологического риска (RI) по методу TRIAD. Содержание тяжелых металлов в исследуемых образцах определяли методом ICP-OES (оптико-эмиссионный спектрометр) Optima 5300DV. Площадь, покрытая лесной растительностью вдоль береговой линии озера Иссык-Куль, определена по данным Государственного лесного кадастра Кыргызской Республики. Площадь лесной растительности вдоль береговой линии была рассчитана по установленным границам лесхозов вдоль береговой линии (пять лесхозов и один государственный природный заповедник имеют лесные угодья вдоль береговой линии). Отбор проб воды для определения группы азота и фосфора был проведен с помощью батометра на научно-исследовательском судне «Мөлтүр». Для проведения пространственного анализа некоторых значений индекса качества воды была использована методика интерполяции Kriging на программе ArcGIS. На основе этой методики был проведен пространственный анализ и определены области распространения индекса качества воды. На основе данных, полученных методом Kriging, была построена экспериментальная вариограммная модель. Для определения индекса уязвимости прибрежной зоны Иссык-Куля были рассмотрены пять административно-территориальных районов: Ак-Суу, Джети-Огузский, Иссык-Кульский, Тонский, Тюпский. В области насчитывается 3 города и 2 поселка городского типа, 61 айылный аймак и 178 сельских населенных пунктов (на начало 2022 года). Были рассчитаны индекс уязвимости побережья (CVI), Индекс социально-экономической уязвимости (SVI), Интегрированный индекс прибрежной уязвимости (ICVI). были проведены исследования по рекультивации грунтов, загрязненных нефтепродуктами. Объектом исследования был рудник Кумтор. Отбор почвенных проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.02-84 и ГОСТ 28168-89. Определение концентрации нефтепродуктов проводился гравиметрическим методом (методическое указание по определению НП. РД 52.18. 647 – 2003). Суммарное содержание нефтяных углеводородов в образцах почвы определяли с помощью ГХ с пламенно-ионизационным детектором (Shimadzu GC-FID, Киото, Япония). Физико-химические характеристики почвы, такие как текстура почвы, pH, общий азот, подвижные формы фосфора, обменный калий и органический углерод почвы, определяли в лаборатории Республиканского почвенной станции при Министерстве сельского хозяйства Кыргызской Республики. Общий азот определяли по методу Кельдаля. Подвижные формы фосфора и обменного калия в почвенных образцах определяли по стандартному методу Мачигина (ГОСТ 26205-91, 1993). Определение органического углерода

почвы проводилось по модифицированному методу Уокли-Блэка. Для биоремедиации были использованы методы биостимуляции, биоаугментации и биостимуляция + биоаугментация на площадке рядом с полигоном опасных отходов рудника Кумтор. Были использованы методы фиторемедиации рекультивированных грунтов с использованием тест-культур произрастающих в природно-климатических условиях рудника Кумтор.

Объект диссертационного исследования в полной мере соответствует его целям и поставленным задачам, что позволяет осуществить детальный и комплексный анализ рассматриваемой научной проблемы. Использованные исследовательские методы адекватны сформулированным задачам, обеспечивая их логическую взаимосвязь и методологическую обоснованность. Это, в свою очередь, гарантирует высокую степень достоверности полученных результатов и способствует достижению основной цели исследования в строгом соответствии с установленными научными требованиями, предъявляемыми к работам докторского уровня.

#### **Актуальность темы диссертации.**

Сохранение естественных экосистем и поддержание качества окружающей среды составляют важную часть национальной безопасности и закреплены в ряде ключевых стратегических документов страны. Государственная политика в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов основывается на принципах устойчивого развития, включая равное внимание к экономическим, социальным и экологическим аспектам.

Высокая антропогенная нагрузка на окружающую среду и уязвимость уникальных экосистем создают серьезные угрозы экологической безопасности страны. Несмотря на наличие множества научных исследований, посвященных загрязнению различных природных компонентов и их возможным последствиям, имеется необходимость в разработке интегрированной оценки экологических критериев состояния водных и почвенных экосистем. Имеется необходимость дополнить существующие методы оценки, основанные на парадигме предельно допустимых концентраций (ПДК), а также найти информативные индикаторы, отражающие экологическое состояние этих экосистем и разработать концептуальные методы устойчивого управления природными ресурсами. В настоящий момент человечество переживает переломный момент в процессе перехода к устойчивому развитию. Одним из важных задач является определение и оценка достигнутого прогресса или регресса, степени их развития на пути к устойчивому развитию для осуществления надлежащего контроля за достижениями и управления этим процессом. Следовательно, разработка оценочных критериев и методик интегрированных показателей состояния почвенных и водных экосистем в рамках конкретных объектов и территориальных границ становится не только необходимой, но и актуальной задачей, позволяющей более точно и всесторонне оценивать состояние экосистем, выявлять уязвимые участки и разрабатывать меры по их восстановлению и сохранению. Создание таких критериев также будет способствовать улучшению мониторинга экологической

ситуации, что, в свою очередь, поможет в принятии обоснованных управленческих решений и обеспечении устойчивого использования природных ресурсов. Учитывая современные вызовы, такие как изменение климата и усиление антропогенной нагрузки, важно интегрировать междисциплинарные подходы и учитывать социально-экономические факторы для более эффективного управления экосистемами.

**Степень и полнота критического анализа научных литературных данных в обосновании необходимости решения каждой из поставленных задач в диссертации:**

Проведённый фундаментальный анализ литературных источников охватывает все аспекты сформулированных задач и осуществлён с высокой степенью детализации. На основе проведённого исследования можно сделать вывод об его актуальности и научной значимости, поскольку оно ориентировано на комплексную оценку уровня техногенного загрязнения почвенных и водных экосистем, испытывающих интенсивное антропогенное воздействие. Полученные результаты обладают значимой практической ценностью, так как способствуют научно обоснованному развитию стратегий охраны окружающей среды и обеспечению рационального управления водными и почвенными ресурсами. В данном контексте проведённые исследования не только вносят существенный вклад в развитие экологической науки, но и обладают высоким прикладным потенциалом.

### **Научные результаты**

**3.1. Имеется ли научная новизна полученных результатов в рамках современной науки, в чем она заключается (научное открытие, новая идея, гипотеза, новый метод диагностики и лечения, новая трактовка проблемы и т.д.).**

В рамках проведённого исследования получены важные теоретически и методологически обоснованные результаты, которые в своей совокупности вносят существенный вклад в расширение и углубление фундаментальных основ экологических знаний: Впервые проведена оценка экологического состояния урбанизированных и техногенных зон (на примере почв Прииссыкуля, Ак-Тюзского рудника), с использованием индексов коэффициента насыщения, геоаккумуляции, коэффициента загрязнения, степени загрязнения, загрязняющей нагрузки, потенциального экологического риска и комплексного риска с использованием подхода ТРИАД и составлены карты пространственного распределения тяжелых металлов в почвах Прииссыкуля; Впервые разработаны и рекомендованы методы фитотестирования для оценки состояния почв, загрязнённых нефтепродуктами, подобраны как устойчивые, так и чувствительные фитотесты и фитотолерантные растения, подходящие для фиторекультивации загрязнённых нефтепродуктами супесчаных почв в г. Балыкчи; Впервые изучены фитоиндикационные параметры облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), основанные на морфологических изменениях, на росте и развитии растения, в контексте оценки рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы озера Иссык-Куль; Впервые проведена оценка трофического

состояния воды озера Иссык-Куль, определена степень трансформации ее прибрежных буферных зон и обусловленные с ними экологические риски; Впервые определена степень экологической напряженности и оценена уязвимость прибрежных экосистем озера Иссык-Куль, с использованием интегрированного индекса уязвимости прибрежных зон и созданы их оценочно-прогнозные картографические модели; Впервые разработана современная модель экологического мониторинга экосистемы озера Иссык-Куль позволяющая оценивать степень загрязнения, своевременно выявлять угрозы и разрабатывать стратегии по предотвращению и минимизации негативного воздействия на окружающую среду; Впервые в условиях высокогорных территорий рудника Кумтор, разработаны экологически устойчивые технологии ремедиации нефтезагрязненных почв, позволяющие не только эффективно очищать почвы, но и сокращать объем отходов, сбрасываемых на полигоны, а также метод повторного использования ТБО, путем получения компоста, решая вопросы устойчивого использования и сохранения почвенных ресурсов; Впервые в условиях высокогорных территорий рудника Кумтор, разработаны и обоснованы подходы к применению местных видов высокогорных растений, обладающих потенциалом для фиторемедиации нефтезагрязненных почв на завершающей стадии ремедиации и рекультивации.

### **3.2 Обоснование достоверности научных результатов (способы сбора материала и аргументация научных выводов):**

Диссертация представляет собой оригинальную научную работу, которая обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований, в которых автор принимал непосредственное участие, в качестве исполнителя. Автор играл ключевую роль в выборе направления исследования, формулировании задачи, моделировании изучаемых процессов и осуществлял научное обоснование и интерпретацию полученных результатов. Вклад автора является решающим и включает активное участие на всех этапах исследования, обсуждения результатов, подготовке научных статей и докладов. По теме диссертации опубликованы 30 научных трудов и научных докладов, из них 10 в рецензируемых журналах НАК КР, 12 в журналах индексируемых в базе данных Web of Science и SCOPUS, 7 в журналах индексируемых в РИНЦ, 1 в материалах международной научно-практической конференции, получено 1 авторское свидетельство, 3 актов внедрения и 2 рационализаторских предложения.

### **3.3. Теоретическое значение работы (новая теория или обогащение существующей научной теории, или концепции):**

Теоретическое значение работы состоит в разработке интегральных показателей качества почв в промышленных и техногенных зонах, разработанные с использованием комплексных индексов, коэффициентов и подхода ТРИАД; Фитотолерантные и фиточувствительные виды для фитотестирования и фиторемедиации нефтезагрязненных почв в условиях г.Балыкчы; Фитоиндикационные параметры облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides L.*) для оценки рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы озера Иссык-Куль; Современное экологическое состояние озера

Иссык-Куль по уровню его трофического состояния, степени трансформированности прибрежных буферных зон; Интегрированные индексы качества и уязвимости экосистемы озера Иссык-Куль, и разработанные оценочно-прогнозные картографические модели; Современная модель системы экологического мониторинга экосистемы озера Иссык-Куль; Технологические решения для снижения уровня загрязнения и рециклинга нефтезагрязненных грунтов и твердых бытовых отходов (ТБО); Подходы к применению местных видов высокогорных растений для фиторемедиации нефтезагрязнённых почв на завершающей стадии ремедиации и рекультивации промышленных зон, в условиях высокогорных территорий.

#### **1.4 Соответствие квалификационному признаку**

Представленная Тотубаевой Нурзат Эрмековной докторская диссертация на тему: “Водные и почвенные факторы устойчивого развития севера Кыргызстана” соответствует квалификационным признакам:

1. Характер результатов диссертации.

1.1. Новое решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний.

2. Уровень новизны результатов диссертации.

2.1. Результаты являются новыми.

3. Ценность результатов диссертации.

3.1. Высокая.

4. Связь темы диссертации с плановыми исследованиями

4.2. Тема входит в отраслевую программу, планы академий наук или в тематический план организации.

5. Уровень использования результатов диссертаций, имеющей прикладное значение

5.2. На межотраслевом уровне.

6. Рекомендации по расширенному использованию результатов диссертации, имеющей прикладное значение

6.1. Требуется расширенного использования.

Тема диссертации соответствует перечню критических технологий по приоритетным направлениям развития науки в Кыргызской Республике (ППКР №511 от 13.08.2003г.). Работа выполнена в рамках выполнения задач национальной стратегии по устойчивому развитию, для осуществления Повестки дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года; Национальной стратегии развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы (УП№221 от 31.10.2018г); Национальной программы развития Кыргызской Республики до 2026 года (ППКР №435 от 12.10.2021г), в соответствии с планом НИР Кыргызско-Турецкого университета “Манас”, Дирекции Биосферной территории “Иссык-Куль”, а также в рамках выполнения мини проектов ЗАО “Кумтор” Голд Компани, проекта ОФ “Инон” “Үч чака” .

#### **4. Практическая значимость полученных результатов**

Научные результаты, полученные в докторской диссертации, имеют значительное практическое значение: Предложены рационализаторские предложения по оптимизации системы экологического мониторинга озера

Иссык-Куль, путем дополнения его параметром "хлорофилла-а" и индекса трофического уровня (TLI) (свидетельство на рационализаторское предложение №991, заявка №2024044.РП). С учетом требуемых изменений в государственную экологическую программу мониторинга была разработана и внедрена научная разработка "Информационная система экологического мониторинга озера Иссык-Куль" (авторское свидетельство на программу для ЭВМ № 969, заявка №20250004.6; акты внедрения от 13.08.2024; 20.08.2024г.), и способ определения ширины прибрежной буферной зоны озера Иссык-Куль (свидетельство на рационализаторское предложение №990, заявка №2024043.РП). Разработаны рекомендации и руководство по рекультивации нефтезагрязненного грунта полигона опасных отходов ЗАО "Кумтор" Голд Компани. Рекомендуются использовать очищенный грунт при послойной засыпке в качестве изолирующего и рекультивационного слоя полигона рудника (акт выполненных работ от 24.12.2019, С-6123 от 13.11.2018). Полученные данные аналитических и экспериментальных исследований, а также разработанные научные материалы и руководства включены в лекционные курсы и методические указания к лабораторным и практическим работам для студентов вузов, обучающихся по специальности "Экологическая инженерия".

#### **5. Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования.

#### **6. Замечания:**

Рекомендуется откорректировать заключение диссертации, предлагаю конкретизировать и указать по пунктам полученные результаты. Необходимо привести список использованной литературы в соответствии с требованиями НАН КР.

#### **7. Предложения:**

Представляется необходимым продолжить начатые научные исследования, направленные на комплексную модернизацию национальной системы мониторинга, с целью её оптимизации и повышения эффективности экологического контроля. Достижение данных преобразований является крайне важным для обеспечения рационального управления и сохранения природных ресурсов страны, что обуславливает их стратегическое значение для устойчивого развития и экологической безопасности государства.

**8. Рекомендации:** эксперт диссертационного совета предлагает по докторской диссертации назначить:

- в качестве ведущей организации кафедру «Экологии и охраны окружающей среды» Ошского технологического университета им. М.М.Адышева, где одним из научных направлений является исследование устойчивого развития водных и почвенных экосистем.

- **первым официальным оппонентом:** доктора биологических наук, профессора, **Канаева Ашимхана Токтасыновича** (специальность по автореферату - 03.00.16 – Экология; 03.00.07-Микробиология), который имеет труды, близкие к проблеме

исследования:

1. Канаев А.Т., Канаева З.К., Семен-ченко Г.В., Шилма-нова А // Распределение бактерий участвующих в круговороте азота и серы в шахтных водах и рудном теле золотоносного месторождения Риддер-Сокольное // Журнал «Успехи современного естествознания» №2, 2015г. РФ, Москва.

2. Kanayev.A., Baimyrzayev.K., Kanayeva Z., Tokpayev.K., Dippel T // Extraction of molybdenum from sulfide ores of the shantobe deposit using culture *Acidithiobacillus ferrooxidans* // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference: Science and Technologies in Geology. Exploration and Mining. Volume 2020-August, Issue 1.1, 2020, P 805-812, SGEM 2020 Albena Bulgaria.

3. Канаев, А. Т. Глубокое извлечение золота методом биовыщелачивания ассоциацией ацидофильных бактерий / А. Т. Канаев, К. М. Баймырзаев, З. К. Канаева // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья : Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, проводимой в рамках XVI Уральской горнопромышленной декады, Екатеринбург, 10–13 апреля 2018 года. – Екатеринбург: Издательство "Форт Диалог-Исеть", 2018. – С. 233-235. – EDN XPDCOL.

- **вторым официальным оппонентом:** доктора биологических наук, профессора **Мамбетуллаеву Светлану Мирзамуратовну** (специальность по автореферату - 03.00.16 – Экология), которая имеет труды, близкие к проблеме исследования:

1. Pleumuratova, B. S., Kublanov, J. J., Kochkarova, S. A., & Mambetullaeva, S. M. (2020). Modeling of the Processes of Formation and Development of Phytocenoses of the Dried Bottom of the Aral Sea. *International Journal of Science and Research*, -9 (10), 1066-1071.

2. Kochkarova, S. E. V. A. R. A., & Mambetullaeva, S. V. E. T. L. A. N. A. (2020). Study of successional processes of vegetation cover on the dried seabed of the Aral Sea. *Journal Research on the Lepidoptera*, 51(1), 764-768.

3. Мамбетуллаева, С. М. Оценка влияния кризисных трансформаций природной среды на биоту Южного Приаралья / С. М. Мамбетуллаева // *Advances in Science and Technology* : сборник статей XXXV международной научно-практической конференции, Москва, 15 марта 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Актуальность.РФ", 2021. – С. 29-30. – EDN PNKRES.

- **третьим официальным оппонентом:** доктора биологических наук, профессора **Ахмедову Захро Рахматовну** (специальность по автореферату 03.00.23 – биотехнология, 03.02.04 – биохимия), которая имеет труды, близкие к проблеме исследования:

1. Рашидова Н.Т., Ахмедова З.Р., Гулямова И.Т. Целлюлолитические активности почвенных и сапротрофных грибов и их специфичности к целлюлозным субстратам.// *Universum: технические науки* : электрон. научн. журн. 2020. 12(81)

2. Ахмедова З.Р., Яхьяева М.А., Шонахунов Т.Э., Хусанов Т.С, Гулямова И.Т., Хамраева З.Т., Нурматов И.Р. Изучение санитарно-гигиенического состояния различных видов воды, рекомендуемых для бытовых и производственных целей. Научный журнал Universum: химия и биология //Выпуск: 8(86) Август 2021 Москва 2021, стр. 6-13

3. Тонких А.К., Верушкина О.А., Ахмедова З.Р., Наджимов У.К., Мазал В. Действие низкочастотных импульсных электромагнитных полей на очистку хозяйственно-бытовых сточных вод//Экология и промышленность России. 2023. Vol 27. Iss 8. Pp. 27-31.

**9. Заключение:** Тема диссертационного исследования обладает высокой актуальностью, поскольку подобные научные работы обеспечивают теоретическое и методологическое обоснование необходимости перехода к новой парадигме предельно допустимых концентраций (ПДК). Кроме того, они способствуют совершенствованию системы экологического мониторинга водных и почвенных экосистем посредством внедрения более информативных, интегрированных и комплексных методов и индикаторов, что является критически важным для повышения точности оценки состояния окружающей среды и разработки эффективных стратегий её охраны. Используемые, в данном исследовании индексы: коэффициент обогащения (EF), индекс геоаккумуляции (Igeo), коэффициент загрязнения (CF), степень загрязнения (Cd), индекс потенциального экологического риска (PER) и индекс экологического риска (RI), позволяют определить уровень загрязнения почв тяжелыми металлами, и определяют стратегию устойчивого развития и охраны окружающей среды.

Определено, что наиболее толерантными к загрязнению почвы нефтепродуктами оказались такие культуры как кукуруза сахарная (*Zéa máys*), овес посевной (*Avéna satíva L.*), горох посевной (*Lathyrus oleraceus*) и эспарцет посевной (*Onobrychis viciifolia*). Их всхожесть составила 88,3%, 85%,67,86%, 55% соответственно. Это свидетельствует о том, что указанные виды могут быть использованы в фитоиндикации нефтезагрязненных почв и фиторекультивации супесчаной почвы при условии умеренного загрязнения нефтепродуктами.

Выявлено, что фитоиндикационные показатели облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides L.*), основанные на морфологических изменениях, а также на росте и развитии растения, могут быть использованы в качестве оперативных индикаторов степени нагрузки прибрежных экосистем.

Установлена необходимость изменения в национальную программу экологического мониторинга озера Иссык-Куль, включая в ее состав определение показателя “хлорофилл-а” и индекса TLI.

Созданы интегрированные эколого-экономические показатели для оценочно-картографических моделей территорий, подвергающихся высокой антропогенной нагрузке. Установлена значимость проведения оценки уязвимости прибрежных экосистем с учетом специфических природно-климатических и социально-экономических условий целевой территории. Используемый в исследовании интегральный индекс уязвимости (ICVI)

позволяет учесть пространственную взаимосвязь между параметрами социально-экономического развития территории и экологическим потенциалом.

Разработана и внедрена современная модель экологического мониторинга экосистемы озера Иссык-Куль позволяющая оценивать степень загрязнения, своевременно выявлять угрозы и разрабатывать стратегии по предотвращению и минимизации негативного воздействия на экосистему озера, которая применяется региональным органом управления в сфере охраны окружающей среды;

Предложена технология ремедиации грунтов, загрязненных нефтепродуктами, для условий высокогорья и холодных климатических зон рудника Кумтор. Установлено, что метод биостимулирования является эффективным и целесообразным.

Установлено, что метод фиторемедиации с использованием плевела многолетнего (*Lolium perenne*) и овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca* Gaudin), типичных представителей высокогорья, способных произрастать на высоте 3000-4200 м.н.у.м и проявляющих устойчивость к определенному уровню нефтяного загрязнения, эффективен для реабилитации нефтезагрязненных грунтов на завершающем этапе их очистки.

**10. Эксперт диссертационного совета**, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 03.24.693 при институте биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики и Иссык - Кульском государственном Университете им. К. Тыныстанова принять диссертацию Тотубаевой Нурзат Эрмековны на тему: “Водные и почвенные факторы устойчивого развития севера Кыргызстана”, представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности: 03.02.08 – экология.

Эксперт  
доктор биологических наук,  
профессор  
10.03.2025 г.

И. Содомбеков

Подпись эксперта диссертационного совета заверяю  
Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 03.24.693  
доктор биологических наук  
11.03.2025 г.



К. Д. Бавланкулова