

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова
Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Козулин Даниил Игоревич

Исследования по экологическому восстановлению утраченного
биоразнообразия: пути и средства решения проблемы

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B05206 - Инженерная экология

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О. А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующая кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»
Канд. техн. наук, доцент
Ш. Н. Кубекова
«10» 06 2025г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Исследования по экологическому восстановлению утраченного биоразнообразия:
пути и средства решения проблемы»

6B05206– Инженерная экология

Выполнил:

Козулин Д.И.

Рецензент

НИИ «Экология и устойчивость биоресурсов», PhD

Тауанов Ж.Т.

«10» 06 2025 г.



Научный руководитель

Ассоциированный профессор
кафедры «Химические
процессы и промышленная
экология», к.т.н.

Тусупова Б.Х.

«30» 05 2025 г.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О. А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

6B05206 – Инженерная экология

УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»

Канд. техн. наук, доцент

Куб Ш. Н. Кубекова
«10» 06 2025г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающейся Козулин Даниил Игоревич

Тема: «Исследования по экологическому восстановлению утраченного биоразнообразия:
пути и средства решения проблемы»

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам № 26 от «29» 01 2025 г.

Срок сдачи законченной работы «10» 06 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: статистические данные по городу Алматы, методики
расчетов.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Научно-теоретические основы сохранения биоразнообразия
 - б) Практические стратегии, технологии и опыт восстановления биоразнообразия
 - в) Государственная политика Казахстана в области сохранения биоразнообразия
- Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
представлены 15 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 13 наименований учебных материалов

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение, обоснование актуальности, цели и задач	15.03.2025	Выполнено
Научно-теоретические основы сохранения биоразнообразия	28.03.2025	Выполнено
Практические стратегии, технологии и опыт восстановления биоразнообразия	19.04.2025	Выполнено
Государственная политика Казахстана в области сохранения биоразнообразия	01.05.2025	Выполнено
Заключение и выводы	03.06.2025	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу суказанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Тусупова Б.Х., Ассоциированный профессор, к.т.н.		

Научный руководитель

_____ Тусупова Б.Х.

Задание приняла к исполнению обучающаяся

_____ Козулин Д.И.

Дата

" 23 " 24 мая 2025г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа посвящена изучению ключевых направлений и современных подходов к экологическому восстановлению биоразнообразия, утраченного в результате интенсивного сельского хозяйства, урбанизации, изменения климата и других факторов. Рассматриваются практические и научные методы, такие как реинтродукция исчезнувших видов, восстановление экосистем и ревалоризация природных ландшафтов, а также применение цифровых моделей, например, InVEST. Анализируются национальные и международные практики, включая восстановление популяций сайгаков, туранского тигра и проекты ревайлдинга. Подчеркивается необходимость междисциплинарного подхода, охватывающего биологические, экологические, правовые, экономические, социальные и культурные аспекты. Предлагаются перспективные пути решения проблемы, включая формирование устойчивых природоохранных стратегий и вовлечение местного населения. В заключение сформулированы рекомендации по совершенствованию стратегий восстановления биоразнообразия в Казахстане, учитывающие региональные особенности и экологические риски. Работа имеет теоретическую и практическую значимость для устойчивого природопользования.

АНДАТПА

Бітіру біліктілік жұмысы қарқынды ауыл шаруашылығы, урбанизация, климаттың өзгеруі және басқа факторлардың салдарынан жоғалған Биоәртүрлілікті экологиялық қалпына келтірудің негізгі бағыттары мен заманауи тәсілдерін зерттеуге арналған. Жойылып кеткен түрлерді реинтродукциялау, экожүйелерді қалпына келтіру және табиғи ландшафттарды ревалоризациялау және Invest сияқты цифрлық модельдерді қолдану сияқты практикалық және ғылыми әдістер қарастырылады. Ақбөкендердің, Тұран жолбарыстарының популяциясын қалпына келтіруді және ревайлдинг жобаларын қоса алғанда, ұлттық және халықаралық тәжірибелер талданады. Биологиялық, экологиялық, құқықтық, экономикалық, әлеуметтік және мәдени аспектілерді қамтитын пәнаралық тәсілдің қажеттілігі атап өтіледі. Тұрақты табиғатты қорғау стратегияларын қалыптастыруды және жергілікті халықты тартуды қоса алғанда, проблеманы шешудің перспективалық жолдары ұсынылады. Қорытындылай келе, өңірлік ерекшеліктер мен экологиялық тәуекелдерді ескеретін Қазақстандағы биоалуантүрлілікті қалпына келтіру стратегияларын жетілдіру бойынша ұсынымдар тұжырымдалды. Жұмыстың табиғатты тұрақты пайдалану үшін теориялық және практикалық маңызы бар.

ANNOTATION

The final qualifying work is devoted to the study of key areas and modern approaches to the ecological restoration of biodiversity lost as a result of intensive agriculture, urbanization, climate change and other factors. Practical and scientific methods such as reintroduction of extinct species, restoration of ecosystems and revalorization of natural landscapes, as well as the use of digital models, for example, InVEST, are considered. National and international practices are analyzed, including the restoration of saiga populations, the Turanian tiger, and rewilding projects. The need for an interdisciplinary approach covering biological, environmental, legal, economic, social and cultural aspects is emphasized. Promising ways to solve the problem are proposed, including the formation of sustainable environmental strategies and the involvement of the local population. In conclusion, recommendations are formulated to improve strategies for restoring biodiversity in Kazakhstan, taking into account regional peculiarities and environmental risks. The work has theoretical and practical significance for sustainable environmental management.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Научно-теоретические основы сохранения и восстановления биоразнообразия в экосистемах	12
1.1	Биоразнообразие как фундаментальный компонент устойчивости экосистем: уровни, функции и значение в природных процессах	12
1.2	Основные причины деградации и утраты биоразнообразия: антропогенные, климатические и природные факторы	13
1.3	Анализ современных концепций и методологических подходов к восстановлению биоразнообразия: экосистемный менеджмент, ревайлдинг и биоремедиация	15
2	Практические стратегии, технологии и международный опыт восстановления биоразнообразия	18
2.1.	Глобальные инициативы и успешные примеры восстановления природных территорий: национальные парки, природные резерваты и международные программы	18
2.2.	Инновационные технологии в экорестарации: биоинженерия, цифровые технологии и экосистемное моделирование	20
2.3.	Государственная политика Казахстана в области сохранения биоразнообразия: правовые, экологические и экономические механизмы регулирования	24
3	Проблемы, перспективы и авторские рекомендации по совершенствованию стратегий восстановления биоразнообразия	28
3.1	Международные экологические практики, способствующие восстановлению биоразнообразия	28
3.2	Пример восстановления биоразнообразия	31
3.3	Перспективы и авторские рекомендации по совершенствованию стратегий по восстановлению Гепарда в Казахстане	32
	Заключение	36
	Список использованной литературы	42

ВВЕДЕНИЕ

Биоразнообразие является фундаментальной основой устойчивости экосистем и играет ключевую роль в поддержании глобального экологического равновесия. Оно обеспечивает жизненно важные экосистемные услуги, включая регуляцию климата, обеспечение плодородия почв, опыление сельскохозяйственных культур и поддержание водных ресурсов. Однако в последние десятилетия под воздействием антропогенных факторов, таких как интенсивное сельское хозяйство, индустриализация, урбанизация, изменение климата и разрушение природных местообитаний, наблюдается значительное сокращение численности видов и деградация экосистем. Эти процессы ведут к потере экосистемных функций, снижению продовольственной и водной безопасности, а также росту экологических и климатических рисков.

В связи с этим проблема сохранения и восстановления биоразнообразия приобретает особую актуальность. Согласно данным Программы ООН по окружающей среде (UNEP), на сегодняшний день около 25% известных видов находятся под угрозой исчезновения, а темпы утраты биологического разнообразия продолжают ускоряться. Восстановление природных экосистем и утраченных популяций является не только необходимым элементом борьбы с глобальным экологическим кризисом, но и стратегическим направлением обеспечения устойчивого развития [1].

Актуальность исследования: Восстановление природных экосистем и утраченных популяций является не только необходимым элементом борьбы с глобальным экологическим кризисом, но и стратегическим направлением обеспечения устойчивого развития. Согласно данным Программы ООН по окружающей среде (UNEP), на сегодняшний день около 25% известных видов находятся под угрозой исчезновения, а темпы утраты биологического разнообразия продолжают ускоряться. Несмотря на активные усилия мирового сообщества, значительные пробелы в реализации природоохранных мероприятий требуют системного подхода, основанного на интеграции научных знаний, инновационных технологий и эффективных механизмов экологического управления.

В Казахстане вопросы сохранения и восстановления биоразнообразия являются приоритетными направлениями государственной экологической политики. Реализуются национальные программы по реинтродукции редких и исчезающих видов, включая сайгака (*Saiga tatarica*), переднеазиатского леопарда (*Panthera pardus saxicolor*) и туркестанскую рысь (*Lynx lynx isabellinus*). Однако сохраняются значительные проблемы, связанные с деградацией степных и лесных экосистем, недостаточной эффективностью природоохранных механизмов и нехваткой научно обоснованных методик восстановления биоразнообразия, адаптированных к локальным условиям.

Степень изученности проблемы: Вопросы сохранения и восстановления биоразнообразия находятся в центре внимания мировой научной общественности. Среди ключевых исследований в данной области следует выделить работы Э. Уилсона, предложившего концепцию "половины Земли" (Half-Earth), согласно

которой значительная часть суши должна быть отведена под охраняемые природные территории. Существенный вклад в изучение механизмов восстановления экосистем внесли исследования С. Пимма, посвященные биогеографии вымирания, а также работы Г. Карденас и Д. Аттенборо, акцентирующие внимание на необходимости сохранения экосистемных связей [2]. В области биоремедиации и генной инженерии для сохранения редких видов значительные результаты были достигнуты К. Вентером и специалистами Международного союза охраны природы (IUCN).

В Казахстане исследования в данной области ведутся в рамках деятельности профильных научных институтов и университетов. Значительный вклад в изучение вопросов сохранения степных экосистем внес С. А. Скляренко, проблемой сохранения редких млекопитающих занимается Г. Н. Бекенов, а исследования по экологической реабилитации природных территорий проводит А. А. Есмагамбетов. Тем не менее, несмотря на активное развитие научных подходов, остается необходимость в разработке комплексных стратегий восстановления биоразнообразия с учетом природных, экономических и социальных факторов.

Цель исследования – выявить эффективные пути и средства восстановления утраченного биоразнообразия с учетом современных научных достижений и национального опыта Казахстана.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие *задачи*:

1. Провести анализ теоретических основ сохранения и восстановления биоразнообразия.
2. Выявить ключевые факторы, способствующие утрате биологического разнообразия.
3. Оценить существующие методы и технологии восстановления экосистем и исчезающих видов.
4. Проанализировать казахстанский и международный опыт в области сохранения и реабилитации биоразнообразия.
5. Разработать рекомендации по совершенствованию природоохранных стратегий с учетом локальных и глобальных вызовов.

Объект и предмет исследования:

Объект исследования – процессы восстановления биоразнообразия как элемент экологической политики и научных разработок.

Предмет исследования – методы и стратегии восстановления утраченных экосистем и биологических видов.

Методы исследования:

1. Анализ научной литературы – изучение современных теоретических и эмпирических работ по теме исследования.
2. Сравнительный анализ международного и национального опыта – рассмотрение успешных примеров восстановления биоразнообразия в различных странах.
3. Методы статистического анализа – обработка данных о состоянии биоразнообразия и оценка эффективности природоохранных мероприятий.
4. Экспертное интервью – анализ мнений специалистов в области экологии и

охраны природы.

Научная новизна исследования: Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе современных подходов к восстановлению биоразнообразия, включающем интеграцию экологических, биотехнологических и управленческих инструментов. В работе рассматриваются перспективные технологии, такие как генная инженерия, ревайлдинг и экосистемное моделирование, с акцентом на их адаптацию к природным условиям Казахстана.

Практическая значимость исследования: результаты исследования могут быть использованы при разработке экологической политики в области сохранения биоразнообразия; в создании национальных программ по реинтродукции редких видов; для оценки эффективности природоохранных мероприятий и корректировки стратегий экологического регулирования; в образовательных и научных целях для подготовки специалистов в области экологии и охраны окружающей среды.

1. Научно-теоретические основы сохранения и восстановления биоразнообразия в экосистемах.

1.1. Биоразнообразие как фундаментальный компонент устойчивости экосистем: уровни, функции и значение в природных процессах.

Биоразнообразие является важнейшим компонентом экосистемной устойчивости, определяющим функциональную целостность природных систем и их способность к саморегуляции. Оно представляет собой совокупность всех форм жизни, включая генетическое, видовое и экосистемное разнообразие, обеспечивающее стабильность природных процессов и их адаптационный потенциал. Генетическое разнообразие проявляется в вариативности генов внутри популяций и между ними, способствуя их приспособляемости к изменениям окружающей среды. Видовое разнообразие охватывает спектр живых организмов в конкретной экосистеме и является основой для поддержания биотических взаимодействий. Экосистемное разнообразие включает в себя различные типы природных ландшафтов, обеспечивая широкий спектр экосистемных услуг.

Функции биоразнообразия в экосистемах чрезвычайно многообразны. Оно определяет продуктивность природных систем, обеспечивая круговорот питательных веществ и регулируя трофические связи. Биоразнообразные экосистемы обладают большей устойчивостью к внешним воздействиям, таким как изменения климата, загрязнение окружающей среды и антропогенное преобразование ландшафтов. Важнейшим аспектом является участие различных биологических видов в поддержании гидрологических циклов, почвообразовательных процессов и биоценотической регуляции. Разнообразие организмов также играет ключевую роль в процессе естественного восстановления экосистем, поскольку обеспечивает их способность к самовосстановлению после природных катастроф и антропогенных воздействий.

Значение биоразнообразия в природных процессах проявляется в его способности поддерживать экологическое равновесие, способствовать адаптации экосистем к изменениям внешних условий и обеспечивать устойчивость к стрессовым факторам. Так, лесные экосистемы, обладая высокой биологической сложностью, выполняют важные климаторегулирующие функции, уменьшая концентрацию углекислого газа в атмосфере и влияя на водный баланс территорий. Водно-болотные угодья выступают естественными фильтрами, очищая воду от загрязняющих веществ и поддерживая уровень грунтовых вод. Агроэкосистемы с высокой степенью биоразнообразия демонстрируют большую устойчивость к вредителям и болезням, снижая потребность в химических пестицидах и удобрениях.

В контексте глобального кризиса биоразнообразия, вызванного антропогенными факторами, такими как разрушение природных местообитаний, изменение климата и загрязнение окружающей среды, его сохранение и восстановление приобретают стратегическое значение. Согласно данным

Программы ООН по окружающей среде, около 25% видов находятся под угрозой исчезновения, что ведет к необратимым последствиям для функционирования экосистем [3]. В современных исследованиях особое внимание уделяется разработке комплексных подходов к восстановлению биоразнообразия, включая экосистемный менеджмент, ревайлдинг и биоремедиацию, направленных на поддержание экологической стабильности и повышение устойчивости природных систем [4].

1.2. Основные причины деградации и утраты биоразнообразия: антропогенные, климатические и природные факторы.

Современные экосистемы подвергаются значительным изменениям под воздействием различных факторов, которые приводят к деградации и утрате биоразнообразия. В научной литературе выделяют три основные группы факторов, оказывающих влияние на снижение численности видов и разрушение экосистем: антропогенные, климатические и природные. Эти факторы могут действовать как изолированно, так и во взаимосвязи, усиливая негативные последствия друг друга.

Одним из наиболее значимых факторов является антропогенное воздействие, обусловленное деятельностью человека. Расширение сельскохозяйственных угодий, урбанизация, вырубка лесов и осушение водно-болотных угодий приводят к изменению земельного покрова и уничтожению естественных местообитаний множества видов. Промышленное загрязнение, связанное с выбросами вредных веществ в атмосферу, загрязнением водных ресурсов и почв химическими соединениями, также оказывает значительное влияние на биоразнообразие. Чрезмерное использование природных ресурсов, включая интенсивный вылов рыбы, браконьерство, неконтролируемую охоту и заготовку древесины, приводит к истощению популяций многих видов. В дополнение к этому, интродукция инвазивных видов, представляющих собой чужеродные организмы, способные вытеснять местные виды и нарушать экосистемные процессы, усиливает утрату биоразнообразия. Согласно данным Программы ООН по окружающей среде (UNEP), более 70% тропических лесов подверглись фрагментации или уничтожению за последние 50 лет, а инвазивные виды стали одной из пяти основных угроз для биоразнообразия на глобальном уровне [5].

Кроме того, существенное влияние на биоразнообразие оказывают климатические изменения. Повышение среднегодовых температур, изменение режима осадков, учащение экстремальных погодных явлений и повышение уровня мирового океана приводят к изменению ареалов обитания многих видов, снижению численности популяций, распространению патогенов и болезней. К примеру, исследование, проведенное Международным союзом охраны природы (IUCN), показало, что более 30% амфибийных видов находятся под угрозой исчезновения из-за изменения температурных режимов и потери среды обитания [6]. Влияние климатических изменений особенно заметно в арктических и прибрежных экосистемах, где сокращение площади льдов и повышение уровня

моря угрожают существованию полярных видов, таких как белый медведь (*Ursus maritimus*) и кольчатая нерпа (*Pusa hispida*).

Наряду с антропогенными и климатическими угрозами, биоразнообразие также подвергается воздействию природных факторов. Вулканическая активность, землетрясения, цунами и природные эпидемии могут вызывать массовые вымирания и изменения в экосистемах. Хотя эти процессы являются естественными и происходят на протяжении всей истории планеты, их последствия могут усугубляться воздействием человека, делая экосистемы более уязвимыми. Например, лесные пожары, являющиеся естественным элементом динамики многих экосистем, в последние годы приобрели катастрофические масштабы из-за изменений климата и деятельности человека, что привело к уничтожению огромных лесных массивов в Австралии, Северной и Южной Америке.

Таблица 1.2. - Основные факторов деградации биоразнообразия.

Факторы.	Примеры.	Последствия.
Антропогенные	Урбанизация, вырубка лесов, загрязнение	Утрата местообитаний, сокращение популяций
Климатические	Повышение температуры, засухи, ураганы	Изменение ареалов, потеря видового разнообразия
Природные	Вулканизм, землетрясения, пожары	Локальные экологические катастрофы

Деградация биоразнообразия является следствием совокупного воздействия антропогенных, климатических и природных факторов, причём вклад человека в этот процесс остаётся наиболее значительным. Для эффективного противодействия этим угрозам необходимо разрабатывать комплексные меры, включающие сохранение природных территорий, устойчивое управление ресурсами, снижение уровня загрязнения и адаптацию экосистем к изменяющимся климатическим условиям. В этом контексте международные природоохранные программы, такие как Конвенция о биологическом разнообразии (CBD), играют важную роль в формировании стратегий по восстановлению биоразнообразия и обеспечению долгосрочной устойчивости экосистем.

1.3. Анализ современных концепций и методологических подходов к восстановлению биоразнообразия: экосистемный менеджмент, ревайлдинг и биоремедиация

Восстановление биоразнообразия – это одна из важнейших задач, стоящих перед современной экологией. В условиях нарастающего воздействия антропогенных факторов на экосистемы крайне важно не просто компенсировать ущерб, но и создавать условия для их естественного восстановления. В данной главе были рассмотрены три ключевых методологических подхода к восстановлению биоразнообразия: экосистемный менеджмент, ревайлдинг и биоремедиацию.

Экосистемный менеджмент.

Для получения сведений важно понимать, что экосистемный менеджмент представляет собой комплексный подход к управлению природными ресурсами, основанный на понимании и поддержании структуры, функций и процессов экосистем. В отличие от традиционных методов, сосредоточенных на отдельных видах или ресурсах, экосистемный менеджмент рассматривает экосистему в целом, учитывая взаимосвязи между ее компонентами и влиянием человеческой деятельности. Для определения эффективности можно выделить три основных принципа экосистемного менеджмента. Комплексный подход рассматривает все компоненты экосистемы и их взаимодействие. Адаптивное управление в свою очередь, принимают во внимание изменения, происходящие в экосистеме, и корректируются методы восстановления. Устойчивость и баланс предусматривается рациональное использование природных ресурсов с учетом долгосрочного сохранения биоразнообразия, что является приоритетным в вопросах сохранения и восстановления. В свою очередь все три компонента одинаково важны и весомы (см. диаграмму 1)

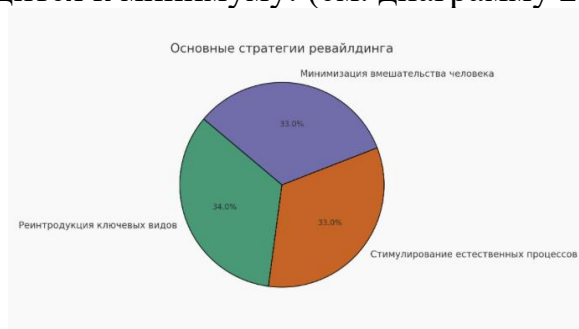


Ярким примером успешной реализации экосистемного менеджмента, может служить проект в Воронежской области по восстановлению лесных экосистем, пострадавших от вырубки и пожаров. Меры включали посадку местных видов деревьев, контроль за численностью вредителей и мониторинг состояния почвы. Результаты показали увеличение биоразнообразия и повышение устойчивости экосистем к негативным внешним воздействиям. [7]

Ревайлдинг.

Ревайлдинг (rewilding) представляет собой инновационный подход к восстановлению природных экосистем, предполагающий минимальное

вмешательство человека и создание условий для естественного саморегулирования экосистемных процессов. Данный метод основан на реинтродукции исчезнувших видов и восстановлении естественных биогеохимических циклов. Для детального рассмотрения ревайлдинга, как актуального, важно рассматривать основные стратегии: реинтродукция ключевых видов как восстановление популяций видов, играющих важную роль в экосистеме, стимулирование естественных процессов, например, естественного возобновления растительности и миграции животных, минимизация вмешательства человека после запуска природных процессов контроль со стороны человека сводится к минимуму. (см. диаграмму 2)



В Казахстане, при поддержке продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), были проведены исследования по использованию *Miscanthus sinensis* для фиторемедиации почв, загрязнённых стойкими органическими загрязнителями (СОЗ-пестицидами). Почва в районе бывшего хранилища пестицидов в посёлке Кызыл Кайрат была сильно загрязнена различными токсичными веществами. Посадка *Miscanthus sinensis* способствовала очистке почвы и восстановлению её плодородия, что является примером успешного применения ревайлдинга для восстановления биоразнообразия.

Биоремедиация.

Биоремедиация представляет собой метод очистки загрязнённых экосистем при помощи живых организмов, таких как бактерии, грибы и растения. Этот метод особенно актуален для восстановления почв и водных объектов, подвергшихся загрязнению тяжёлыми металлами, нефтепродуктами и токсичными соединениями. Биоремедиация делится на три основных вида: фиторемедиация – использование растений для извлечения и разложения загрязняющих веществ, микробиологическая ремедиация – применение микроорганизмов для деградации токсичных соединений, биостимуляция – создание условий для активизации природных механизмов самоочищения. В реалиях экологии Казахстана биоремедиация широко и эффективно используется. Примером может служить исследование по использованию биопрепарата Бакойл-KZ для очистки почв, загрязнённых нефтепродуктами. В результате эксперимента удалось снизить концентрацию нефтепродуктов в почве на 67,8–97,2%, что свидетельствует о высокой эффективности данного метода.

Рассмотрев три основные стратегии для оценки эффективности экосистемного менеджмента, ревайлдинга и биоремедиации используются

различные показатели, включая скорость восстановления биоразнообразия, устойчивость экосистем и экономическую целесообразность. В таблице 1.3. представлена сравнительная шкала, отражающая ключевые параметры каждого подхода:

Таблица 1.3. - Сравнительный анализ эффективности подходов.

Пример.	Экосистемный менеджмент.	Ревайлдинг.	Биоремедиация.
Скорость восстановления.	Средняя.	Высокая.	Низкая.
Устойчивость экосистемы.	Высокая.	Высокая.	Средняя.
Экономическая эффективность.	Высокая.	Средняя.	Низкая.
Требуемый уровень вмешательства.	Высокий.	Низкий.	Средний.

В ходе анализа проделанной работы по изучению современных концепций и методологических подходов к восстановлению биоразнообразия выявлено, что каждый из рассмотренных методов имеет свои преимущества и ограничения. Экосистемный менеджмент обеспечивает долгосрочное устойчивое развитие экосистем, ревайлдинг способствует быстрому восстановлению природных процессов с минимальным вмешательством человека, а биоремедиация эффективно устраняет загрязняющие вещества, однако требует значительных временных и ресурсных затрат. Кроме того, экосистемный менеджмент требует постоянного мониторинга и управления ресурсами, ревайлдинг не всегда возможен в условиях урбанизированных территорий, а биоремедиация зачастую требует специфических биологических агентов.

2. Практические стратегии, технологии и международный опыт

восстановления биоразнообразия.

2.1. Глобальные инициативы и успешные примеры восстановления природных территорий: национальные парки, природные резерваты и международные программы.

В условиях стремительно углубляющегося экологического кризиса вопросы восстановления биоразнообразия и деградированных экосистем становятся приоритетными на международной повестке. Современные вызовы, такие как изменение климата, утрата среды обитания, загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов, требуют системного и глобального подхода. Особую роль в решении этих задач играют национальные парки, природные резерваты, а также масштабные международные программы и инициативы, направленные на сохранение и восстановление природы. В данной главе я рассмотрю ключевые примеры таких инициатив, опираясь на данные научных источников и международных организаций. Рассмотрим несколько успешных примеров.

Одним из самых показательных примеров международной программы восстановления биоразнообразия глобальных усилий является инициатива AFR100 — Африканская инициатива по восстановлению лесных ландшафтов. [8] Она стартовала в 2015 году с целью восстановить 100 миллионов гектаров деградированных земель к 2030 году. На данный момент к программе присоединились более 30 стран, и общие добровольные обязательства по восстановлению превысили заявленную цель — около 127 млн гектаров. Это свидетельствует о высокой заинтересованности государств в реабилитации природных ресурсов, что способствует как экологическим, так и социально-экономическим улучшениям, включая повышение продовольственной безопасности и устойчивое сельское хозяйство (AFR100, 2023).

Таблица 2.1. - Краткая характеристика инициативы AFR100

Показатель	Значение
Год запуска	2015
Цель	Восстановление 100 млн га к 2030
Количество участвующих стран	34
Обязательства стран (на 2023 г.)	127 млн га
Поддержка	Всемирный банк, GIZ, WRI, IUCN

Инициатива Yasuní-ITT в Эквадоре. В 2007 году правительство Эквадора предложило международному сообществу отказаться от добычи нефти в национальном парке Ясуни, одном из наиболее биоразнообразных мест на планете, в обмен на финансовую компенсацию. Планировалось привлечь \$3,6 млрд, что составило бы примерно половину дохода от предполагаемой нефтедобычи. Несмотря на недостаточное финансирование (удалось собрать лишь около 13 миллионов долларов), инициатива подняла вопрос о возможности

альтернативного развития без разрушения экосистем (UNDP, 2020).

Национальный парк Горонгоса в Мозамбике — яркий случай эффективного восстановления экосистем после разрушительной гражданской войны. До конфликта парк был одним из самых богатых по биоразнообразию регионов южной Африки. Однако к концу 1990-х годов численность крупных животных сократилась на 95%. С 2004 года при поддержке международного сообщества, особенно Фонда Карра, начались программы по восстановлению фауны и инфраструктуры. В течение последующих 15 лет численность слонов, антилоп, зебр и других видов была значительно увеличена, параллельно шло восстановление водных экосистем (Gorongosa Restoration Project, 2022). [9]

Частный резерват Римба Рая в Индонезии, созданный для защиты тропических болотных лесов острова Борнео и обитания орангутанов. Проект осуществляется в рамках программы REDD+ (сокращение выбросов от обезлесения и деградации лесов) и является моделью устойчивого природопользования. Он охватывает около 64 000 гектаров леса, предотвращая его вырубку под плантации пальмового масла. Помимо экологического эффекта, проект оказывает содействие местным общинам — поддерживает образование, здравоохранение и альтернативные источники дохода (Rimba Raya Biodiversity Reserve, 2021).

Создание Национального парка Патагония в Чили. Организация Tompkins Conservation выкупила обширные земли бывших пастбищ и провела масштабные работы по демонтажу инфраструктуры, возвращению диких видов (включая южноандского оленя и гуанако), а также восстановлению естественной растительности. В 2018 году более миллиона гектаров было передано государству и включено в национальную систему охраняемых территорий Чили (Tompkins Conservation, 2019). Национальные парки и природные резерваты являются не только центрами сохранения биоразнообразия, но и важными социально-экономическими и культурными объектами. Их роль заключается не только в охране флоры и фауны, но и в повышении экологической грамотности населения, развитии экотуризма и содействии научным исследованиям.

Каждый из рассмотренных проектов является успешным примером восстановления природных экосистем, что может служить ориентиром для будущих усилий по охране природы в разных уголках мира. Значение охраны экосистем и биоразнообразия невозможно переоценить, поскольку эти усилия имеют критическое значение для обеспечения устойчивости нашей планеты и благополучия будущих поколений. Этот опыт может быть полезен и для Казахстана, который сталкивается с рядом экологических вызовов, таких как деградация земель, опустынивание и утрата биоразнообразия в некоторых природных районах.

Особое внимание следует уделить восстановлению экосистем в таких областях Казахстана, как Мангыстау, Арал, Прикаспийская низменность и Центральная Азия. Эти территории страдают от деградации почв и утраты множества видов флоры и фауны. Программа AFR100, ориентированная на восстановление деградированных земель, представляет собой хороший пример для Казахстана, особенно в контексте восстановления степных и пустынных

экосистем, которые составляют большую часть природного ландшафта нашей страны.

Кроме того, опыт создания и восстановления национальных парков и природных резерватов, как в случае с Национальным парком Горонгоса, имеет прямое отношение к Казахстану. У нас есть уникальные природные зоны, такие как Семиречье, Иле-Алатау и Кендірлік, которые требуют защиты и восстановления. Казахстан может использовать этот опыт для развития охраны природы в этих районах, а также для продвижения экотуризма, что станет важным экономическим стимулом для местных жителей.

Инициатива Yasuni-ITT, которая фокусируется на альтернативных методах использования природных ресурсов, также может быть полезной для Казахстана. У нас есть уникальные экосистемы, такие как Семеновский бор и озеро Балхаш, которые нуждаются в бережном подходе к их охране. Внедрение экологически чистых технологий и устойчивых моделей развития может стать важным шагом в сохранении этих природных объектов для будущих поколений. Это поможет не только улучшить ситуацию в области охраны природы в нашей стране, но и внести вклад в глобальные усилия по сохранению окружающей среды.

2.2. Инновационные технологии в экореставрации: биоинженерия, цифровые технологии и экосистемное моделирование.

В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к инновационным методам экореставрации, которые становятся важнейшими инструментами в борьбе с деградацией окружающей среды. Традиционные подходы, такие как механическое восстановление почвы или простое зарывание загрязнённых участков, уже не способны справиться с масштабами ущерба, нанесённого экосистемам вследствие антропогенной деятельности и изменений климата. В связи с этим, биоинженерия, цифровые технологии и экосистемное моделирование начали играть ключевую роль в современных стратегиях восстановления биоразнообразия. Эти технологии не только позволяют увеличить эффективность восстановления, но и обеспечивают более точный контроль за состоянием природных объектов и систем.

Биоинженерия — это область науки и технологий, направленная на использование биологических и инженерных решений для восстановления и поддержания здоровья экосистем. С каждым годом увеличивается число успешных проектов, использующих биоинженерные подходы. Одним из самых перспективных направлений является фитотехнология, которая включает использование растений и микроорганизмов для очистки загрязнённых территорий и восстановления экосистем.

Пример 1. Использование микоризных грибов и симбиотических бактерий.

Микоризные грибы являются одними из самых эффективных биоинженерных агентов для восстановления растительности. Эти грибы формируют симбиоз с корнями растений, улучшая их водо- и питательные свойства. В регионах, подверженных частым засухам или почвенной деградации,

такие технологии могут значительно повысить выживаемость растений. Исследования, проведенные в Австралии, показали, что использование микоризных грибов может улучшить выживаемость растений на 30–50%, а также способствовать увеличению роста корневой системы, что важно для предотвращения эрозии почвы (Smith & Read, 2020).

Пример 2. Генетическая селекция устойчивых видов.

В условиях изменения климата ключевым моментом в экореставрации становится создание растений, способных выдерживать экстремальные условия, такие как засуха или высокие температуры. Генетическая селекция и генно-модифицированные организмы, адаптированные к изменяющимся условиям среды, находят широкое применение в Австралии, Южной Африке и США. Такой подход позволяет не только повысить выживаемость растений, но и ускорить восстановление экосистем.

Пример 3. Восстановление почв с помощью биоматериалов.

Биоинженерные методы могут также включать использование биоматериалов для укрепления почвы. Например, применение биоматериалов, таких как биополимеры, позволяет укрепить структуру почвы и предотвратить её эрозию. Это особенно актуально для сельскохозяйственных угодий, находящихся под угрозой деградации в результате интенсивного земледелия. Такие подходы позволяют восстановить плодородие почвы и вернуть её к жизни.

Таблица 2.2.1. - Примеры биоинженерных решений в экореставрации.

Технология.	Область применения.	Эффект.
Микоризные грибы.	Лесные и степные зоны.	Повышение устойчивости растений.
Генетически устойчивые виды.	Засушливые и аридные территории.	Повышение выживаемости и адаптации.
Биоматериалы для почв.	Дегradированные сельхозугодья.	Укрепление почв, снижение эрозии.
Биофильтры на основе мхов.	Водные экосистемы.	Очистка сточных вод, восстановление качества воды.

Цифровые технологии становятся неотъемлемой частью экореставрации благодаря своей способности осуществлять высокоточный мониторинг, анализ данных и автоматизировать процессы планирования и управления. Спутники, дроны и алгоритмы искусственного интеллекта играют ключевую роль в современных стратегиях восстановления.

Пример 1. Спутниковый мониторинг экосистем.

С помощью спутниковых данных стало возможным мониторить состояние экосистем в реальном времени, что позволяет оперативно принимать решения о восстановлении экосистем. Спутники Sentinel и Landsat активно используются для оценки состояния почвы, растительности и водных ресурсов. В Казахстане, например, спутниковые технологии применяются для восстановления экосистем

Сырдарьи и мониторинга состояния Аральского моря. Благодаря данным спутников удаётся оперативно обнаруживать зоны деградации и принимать меры для их восстановления. Такой мониторинг позволяет значительно снизить затраты на восстановление, обеспечивая при этом высокую точность и регулярность данных (NASA Earth Observatory, 2021).[10]

Пример 2. Использование дронов с мультиспектральными камерами.

Дроны с мультиспектральными камерами используются для мониторинга роста растений, посадки деревьев и оценки состояния экосистем. В Индии такие технологии применяются для автоматической посадки деревьев в рамках программ восстановления лесных массивов, разрушенных вследствие вырубки. Дроны могут летать по труднодоступным территориям и собирать данные о здоровье растений, что значительно улучшает процесс экореставрации и сокращает потребность в людских ресурсах. Важно отметить, что дронные технологии становятся всё более доступными, что позволяет использовать их в широком масштабе, в том числе в странах с развивающейся экономикой.

Пример 3. Искусственный интеллект и Big Data.

Большие данные и искусственный интеллект становятся важным инструментом для анализа больших объёмов информации, собранных с помощью дронов, спутников и других датчиков. В Бразилии и Коста-Рике, например, ИИ используется для прогнозирования изменений в экосистемах, а также для предсказания биоразнообразия в восстановленных районах. Такие технологии позволяют более точно прогнозировать, какие виды растений и животных будут наиболее успешными при восстановлении экосистем. Кроме того, ИИ активно используется для анализа угроз, таких как лесные пожары, засухи и наводнения, что позволяет принимать своевременные меры для их предотвращения.

Таблица 2.2.2. - Цифровые технологии в экореставрации.

Технология.	Применение.	Преимущества.
Спутниковый мониторинг.	Оценка деградации, планирование.	Широкий охват, регулярность и доступность.
Дроны.	Посев растений, наблюдение.	Точность, оперативность, снижение затрат.
ИИ и машинное обучение.	Анализ больших данных, моделирование.	Высокая аналитическая мощность.
Геоинформационные системы (ГИС).	Картография и управление.	Визуализация и управление пространственными данными.

Экосистемное моделирование — это процесс создания цифровых моделей природных систем, которые помогают предсказать, как экосистема будет развиваться в ответ на изменения внешних факторов. Одним из самых известных

инструментов экосистемного моделирования является InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs), который используется для оценки экосистемных услуг и определения наиболее эффективных стратегий восстановления.

Пример 1. Модель InVEST.

Модель InVEST позволяет оценить различные экосистемные услуги, такие как фильтрация воды, захват углерода, регулирование климата и поддержание биоразнообразия. Этот инструмент используется во многих странах для разработки стратегий управления природными территориями. В Центральной Азии, например, модели InVEST активно применяются для прогнозирования последствий опустынивания и повышения уровня солёности почв. Моделирование позволяет разрабатывать планы по восстановлению экосистем и предотвращению потери биоразнообразия в постсоветских странах.

Пример 2. Модели для предотвращения засух и потери почвы.

Применение экосистемного моделирования в борьбе с опустыниванием и деградацией почвы стало важным элементом в восстановлении земель в Казахстане и других странах Центральной Азии. С помощью экосистемных моделей можно определить, какие методы восстановления будут наиболее эффективными в определённых климатических условиях. Это может включать создание зеленых насаждений, укрепление почвы с помощью корневых систем, или даже использование биоматериалов для восстановления структуры почвы.

Для Казахстана, страны с обширными степными территориями, инновационные технологии экореставрации представляют особую ценность. Применение биоинженерных решений в степях Центрального Казахстана позволит вернуть земли, которые были потеряны из-за интенсивного земледелия и неправильного управления пастбищами. Цифровые технологии и спутниковый мониторинг могут быть использованы для контроля состояния экосистем в регионах, подверженных засухам и опустыниванию, таких как Приаралье и Мойынкумская пустыня. Экосистемное моделирование позволит Казахстану эффективно разрабатывать планы по восстановлению экосистем, минимизируя влияние изменения климата и обеспечивая устойчивое развитие. Инновационные технологии, такие как биоинженерия, цифровые технологии и экосистемное моделирование, являются важнейшими инструментами для восстановления экосистем и борьбы с деградацией природы. Казахстан, как страна с разнообразными природными ресурсами и уникальными экосистемами, имеет огромный потенциал для использования этих технологий в сфере экореставрации. Внедрение данных технологий в практику восстановления природы позволит существенно повысить эффективность восстановления экосистем и обеспечит устойчивое развитие для будущих поколений.

2.3. Государственная политика Казахстана в области сохранения биоразнообразия: правовые, экологические и экономические механизмы

Актуальной задачей является разработка новых механизмов финансирования биоразнообразия, поскольку в настоящее время оно финансируется преимущественно из государственного бюджета, без участия частного сектора. Исследования показывают, что существующего финансирования недостаточно, и дефицит превышает 40%. Государственная политика должна учитывать экономические выгоды и затраты, связанные с сохранением биоразнообразия и экосистемных услуг, а экономическая ценность этих ресурсов должна быть отражена в макроэкономических показателях страны и в системе международных взаиморасчетов.

Фауна республики отличается богатым разнообразием: здесь насчитывается 890 видов позвоночных, среди которых выделяются 178 видов млекопитающих, 500 видов птиц (значительная часть которых, 388 видов, гнездится непосредственно в Казахстане, а остальные посещают территорию республики в период зимовки или миграции), 49 видов рептилий, 13 видов амфибий, 147 видов рыб и 3 вида круглоротых (по данным А. Ф. Ковшаря и соавторов). Кроме того, в республике обитает около 100 тысяч видов беспозвоночных, включая не менее 50 тысяч видов насекомых. Особо охраняемые виды, находящиеся под угрозой исчезновения, внесены в Красную книгу Казахстана: в ней числятся 128 видов и подвидов позвоночных и 96 видов беспозвоночных животных (табл.2.3).

Стратегия развития «Зелёной экономики» Казахстана до 2050 года

Любое современное общество, нанося ущерб природе, подрывает основу своего будущего благополучия. Забота об экологической стабильности – это инвестиция в процветание грядущих поколений. Для обеспечения экологически устойчивого будущего необходим строгий контроль за состоянием окружающей среды, ограничение и предотвращение промышленных загрязнений, а также разработка и внедрение технологий, минимизирующих отходы и эффективно использующих ресурсы. Бесконтрольная эксплуатация природных богатств, игнорирующая законы природы, чревата серьезными и необратимыми последствиями.

"Зеленая" экономика – ключ к устойчивому развитию, которое предполагает сбалансированное взаимодействие экономики, социальной сферы и экологии. Эта концепция является одной из самых актуальных в современной мировой политике и экономике.

Организация Объединенных Наций определяет устойчивое развитие как удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Важно отметить, что принципы устойчивого развития все глубже проникают в политическую и общественную жизнь Казахстана. Устойчивое развитие страны – это прогресс, который отвечает нуждам настоящего, не ставя под угрозу благополучие будущих поколений. Устойчивое развитие невозможно при наличии бедности, а искоренение бедности немыслимо без здоровой и устойчивой окружающей среды.

Таблица 2.3 Особо охраняемые виды, находящиеся под угрозой исчезновения

Класс	Количество видов	Основные отряды	Примеры (редких/характерных)
Млекопитающие	~180 видов	Хищные (Carnivora), Китообразные и парнокопытные (Cetartiodactyla), Рукокрылые (летучие мыши) (Chiroptera), Грызуны (Rodentia), Зайцеобразные (Lagomorpha), Непарнокопытные (Perissodactyla), Ежовые (Erinaceomorpha), Землеройковые (Soricomorpha)	Саигак, аргали, снежный барс, корсак, бурый медведь
Птицы	~500 видов	Страусообразные (Struthioniformes), Кулики и чистики (Charadriiformes), Ястребообразные (Accipitriformes), Гусеобразные (Anseriformes), Воробьинообразные (Passeriformes) и др.	Страус, кулики, орлы, утки, дрозды
Пресмыкающиеся	~52 вида	Чешуйчатые (ящерицы, змеи) (Squamata) (ящерицы, змеи)	Разнообразные ящерицы и змеи
Земноводные	~12 видов	Бесхвостые (лягушки) (Anura) (лягушки), Хвостатые (саламандры) (Caudata) (саламандры)	Адаптированы к горным и степным условиям
Костистые рыбы	>100 видов	Костистые рыбы (Teleostei) и др.	Рыбы Каспийского моря, рек и озёр
Круглоротые	3 вида	Круглоротые (Cyclostomata)	Миноги в водоёмах

Казахстан, обладающий богатыми природными ресурсами, потенциалом экономического роста и выгодным географическим положением, стоит перед задачей достижения долгосрочного устойчивого развития. Это особенно актуально, учитывая ориентацию страны на нефтяную и угольную энергетику и тот факт, что Казахстан является одним из лидеров по выбросам парниковых газов среди стран СНГ.

Концепция "зеленой" экономики, получившая развитие в последние два десятилетия, направлена на гармонизацию экономического, социального и экологического аспектов развития, что должно быть приемлемо для всех стран,

независимо от уровня их развития. Многие страны уже используют различные инструменты "зеленой" экономики. ЮНЕП в 2008 году запустила Инициативу по "зеленой" экономике, чтобы использовать текущую возможность для формирования экономики будущего.

В последнее время основные инвестиции в мировой экономике направлялись в добычу ископаемого топлива, недвижимость и финансовые активы с производными инструментами. При этом недостаточно средств выделялось на развитие "зеленой" экономики, основанной на:

- Возобновляемых источниках энергии;
- Повышении энергоэффективности;
- Развитии общественного транспорта;
- Создании устойчивого сельского хозяйства, защите экосистем и биоразнообразия.

Мировое сообщество давно осознало необходимость перехода к "зеленой" экономике. Международный опыт демонстрирует, что это не просто экологическая мера, а мощный двигатель социально-экономического развития, предлагающий комплексные решения. Чтобы двигаться в этом направлении, необходимо согласовать конкретные цели и меры. "Зеленая" экономика, обеспечивающая справедливое и надежное будущее, где качество жизни улучшается для всех в пределах экологических возможностей планеты, является сегодня ключевым приоритетом.

Чтобы справиться с существующими проблемами, развитые страны должны делиться своими передовыми "зелеными" технологиями, а развивающиеся страны, в свою очередь, должны создавать максимально благоприятную среду для их внедрения.

"Зеленая" экономика приобретает все большее значение на международной арене. Хотя страны, зависящие от добычи и экспорта нефти, часто не проявляют интереса к "зеленому" росту, руководство Казахстана осознает, что это единственный путь к устойчивому развитию. Казахстан сталкивается с уникальными экологическими проблемами, унаследованными от сырьевой экономики с высокой техногенной нагрузкой. Экологическая ситуация остается сложной, с деградацией природных систем. В ближайшие десятилетия Казахстан может столкнуться с последствиями изменения климата, такими как нехватка воды и опустынивание. Развитие "зеленой" экономики рассматривается как способ смягчить эти риски, обеспечивая при этом экономический рост.

Переход к "зеленой" экономике – это не просто желательное, а абсолютно необходимое условие для устойчивого развития. Это не абстрактная идея, а конкретный план действий, который позволит не только избежать надвигающихся экологических проблем, но и значительно повысить уровень жизни населения. Саммит "РИО+20" послужил мощным стимулом для Казахстана в продвижении "зеленой" экономики. Инициативы Казахстана в этой сфере направлены на решение экологических проблем в глобальном масштабе, что делает страну ключевым игроком в международном сотрудничестве по защите окружающей среды. "Зеленый" рост позволит Казахстану успешно адаптироваться к Третьей промышленной революции, основанной на широком использовании

возобновляемых источников энергии. Необходимо кардинально изменить подход к использованию природных богатств, перейдя к "зеленой" экономике – системе, обеспечивающей долгосрочное благосостояние без создания экологических рисков для будущих поколений.

В рамках реализации Стратегии-2050 возникла необходимость в разработке долгосрочной государственной программы, направленной на переход Казахстана к "зеленой" экономике и обеспечение правовой поддержки этого процесса. Эта задача обусловлена глобальной актуальностью экологических проблем, в том числе и для Казахстана.

Проект направлен на решение следующих задач:

1. **Анализ правовых аспектов** повышения экологической эффективности использования природных ресурсов и охраны окружающей среды в контексте перехода к "зеленой" экономике.
2. **Разработка концепции** экологической безопасности Казахстана в рамках перехода к "зеленой" экономике.
3. **Обоснование предложений** по совершенствованию государственного управления и регулирования в сфере экологически эффективного использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.
4. **Разработка и совершенствование** нормативно-правовой базы и механизмов экономического стимулирования для предприятий, внедряющих "зеленые" технологии.
5. **Разработка поправок** в законодательство Казахстана, направленных на ужесточение экологических требований и установление новых стандартов в ключевых секторах экономики (энергетика, сельское хозяйство, водные ресурсы и т.д.).
6. **Разработка механизмов** для увеличения переработки и утилизации отходов, а также снижения выбросов вредных веществ и парниковых газов в соответствии со Стратегией-2050.
7. **Разработка государственной программы** по привлечению инвестиций в альтернативные и "зеленые" энергетические технологии.
8. **Создание правовых механизмов** для внедрения возобновляемых источников энергии (ветра, солнца, воды).
9. **Обеспечение доступа к экологической информации** для вовлечения населения, общественности и НПО в деятельность по охране окружающей среды в условиях перехода к "зеленой" экономике.
10. **Разработка государственной программы** по повышению правовой грамотности и экологической культуры населения.

Основным результатом проекта станет разработка государственной программы, обеспечивающей переход Казахстана к "зеленой" экономике и ее правовое сопровождение.

3. Международные экологические практики, способствующие восстановлению биоразнообразия

3.1 Пример восстановления биоразнообразия.

В национальном докладе Казахстана о состоянии биоразнообразия констатируется значительное ухудшение: 66% территории страны подверглось истощению биоразнообразия и деградации экосистем. Главной причиной сокращения биологического разнообразия является деятельность человека.

Среди основных угроз выделяются:

- 1) Опустынивание земель.
- 2) Негативное воздействие хозяйственной деятельности.
- 3) Загрязнение окружающей среды.
- 4) Природные катаклизмы.

Недостаточная площадь охраняемых природных территорий, особенно в степных и пустынных зонах, усугубляемая распашкой земель и чрезмерным выпасом скота.

Лесные пожары и незаконная вырубка лесов.

К этим факторам также следует добавить:

- 1) Нарушение водного баланса рек и озер из-за регулирования стока.
- 2) Разрушение хрупких экосистем в результате неорганизованного туризма.
- 3) Неконтролируемый сбор лекарственных, пищевых и декоративных растений.
- 4) Влияние инвазивных видов (биологическое загрязнение).
- 5) Чрезмерная эксплуатация биологических ресурсов и браконьерство.

Для Казахстана, как аграрной страны, серьезной проблемой является преобладание монокультур в сельском хозяйстве. Более 80% посевных площадей занято всего несколькими культурами (пшеница, сахарная свекла, подсолнечник, картофель), которые выращиваются на огромных территориях. Хотя это экономически выгодно, такой подход негативно влияет на биологическое разнообразие.

Казахстан обладает значительным, но малоизученным и практически не используемым в селекции генетическим потенциалом диких сородичей домашних животных. В стране обитает ряд видов, являющихся дикими предками сельскохозяйственных животных, таких как муфлон, архар, кабан, кулан, шакал, волк, степная кошка, а также дикие утки и куриные.

Некоторые дикие животные успешно разводятся в неволе, например, маралы, пушные звери (норка, соболь, лисица, горностай, ондатра, выдра) и сурок-байбак. В искусственных условиях разводят осетровых в Каспийском море, сиговых в северных и восточных регионах, а также растительноядных рыб (белый амур и толстолобик) на юге. Карп, представляющий собой гибрид диких и домашних форм сазана, выращивается практически повсеместно.

Амфибии и рептилии, особенно ядовитые змеи, семиреченский лягушкозуб и восточный удавчик, представляют собой ценный генетический ресурс, в том числе для традиционной восточной медицины. Уникальность герпетофауны открывает возможности для ее разведения и экспорта в качестве экзотических животных.

Однако, как и во всем мире, Казахстан сталкивается с проблемой сокращения

биоразнообразие. Пример восстановления волков в Йеллоустоунском парке (США).

В Йеллоустоунском национальном парке деятельность человека оставила свой след, повлияв на экологические процессы как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Однако история человеческого воздействия на Йеллоустоун задокументирована полностью. В прошлом на экосистему парка влияли такие факторы, как охота на пушного зверя, коммерческая охота, контроль над популяциями хищников, подавление лесных пожаров, регулирование численности лосей и бизонов, а также программы по восстановлению популяций черных и бурых медведей. Особое внимание на реинтродукции волков. Несмотря на то, что этот процесс начался относительно недавно и занял всего три года, он, вероятно, окажет значительное и долгосрочное влияние на экосистему Йеллоустоуна.

С момента выхода специального выпуска журнала "Yellowstone Science" в 2005 году, посвященного 10-летию реинтродукции волков, произошли значительные изменения, и наше понимание этих процессов углубилось. Волки больше не находятся на стадии первоначального расселения, как это было описано в выпуске 2005 года. В Йеллоустоуне формируется новая экологическая реальность. Волки, которые практически исчезли в течение большей части XX века, вернулись, как и другие хищники. Волки, как доминирующий хищник Северной Америки (по распространению и численности), играют ключевую роль в этих изменениях. Численность медведей, хотя и не была полностью истреблена, значительно сократилась, а пумы также вернулись в парк. Увеличение численности хищников, наряду с другими факторами, привело к сокращению популяции лосей и увеличению популяции бизонов, что знаменует собой начало новой эры для Йеллоустоуна. Возможно, это самое "естественное" состояние, в котором парк находился за всю свою историю.

Ирония заключается в том, что ранние руководители парка и ученые пытались определить, что такое "естественное" состояние, в то время как большинство крупных хищников отсутствовало. Хотя их присутствие, безусловно, являлось частью этого определения, общественное мнение было настроено против хищников, что оказало значительное влияние на политику управления парком. В этом контексте реинтродукция волков в 1990-х годах стала, пожалуй, самым преднамеренным и заметным вмешательством человека в экосистему парка. Этот выпуск представляет собой обновленную информацию о ситуации с волками, спустя 20 лет после специального выпуска 2005 года. История, вероятно, будет меняться каждое десятилетие, но есть надежда, что все эти хищники будут продолжать существовать, помогая поддерживать Йеллоустоун в максимально естественном состоянии.

Уникальность волков заключается не только в их адаптации к ландшафту, но и в их стайном образе жизни. Такое кооперативное размножение, когда животные живут в тесно связанных социальных группах, встречается крайне редко среди млекопитающих и оказывает огромное влияние на всю жизнь волков. Однако, за пределами Йеллоустоуна, человеческая деятельность приводит к высокой смертности волков. Исследования в Айдахо, Монтане и Вайоминге показали, что

люди несут ответственность за гибель примерно 80% волков (табл. 3.1)

Таблица 3.1. Численность волков в Йеллоустонском национальном парке (1995–2015 гг.)

Год	Количество стай	Общее количество волков
1995	3	21
1996	9	51
1997	9	86
1998	11	112
1999	11	118
2000	8	119
2001	10	132
2002	14	148
2003	13–14	174
2004	16	171
2005	13	118
2006	13	136
2007	11	171
2008	12	124
2009	14	96
2010	11	97
2011	10	98
2012	10	83
2013	10	95
2014	11	104
2015	10	98

Успешная реинтродукция волков в Йеллоустонский парк не только привлекла туристов, но и стала бесценным источником научных знаний. Благодаря усилиям первых управляющих парком, стремившихся к сохранению его естественного состояния, ученые смогли провести масштабные исследования. Эти исследования, охватывающие такие аспекты, как иммунитет, генетика и социальная организация волчьих стай, значительно расширили наше понимание экологии волков. Йеллоустоун, несмотря на историческое воздействие человека, остается уникальным местом, где благодаря любви и заботе многих людей, природа продолжает процветать и дарить нам новые открытия.

3.2 Практики и методы восстановления биоразнообразия в Казахстане

Салемгареев играет важную роль в природоохранной инициативе "Алтын Дала" – международной организации, которая с 2005 года ведет борьбу за сохранение исчезающего сайгака и восстановление обширных степных территорий Центральной Азии. Эта работа приносит ощутимые результаты:

правительство Казахстана создало охраняемые зоны общей площадью около 5 миллионов гектаров, что позволило увеличить популяцию сайгаков с 50 000 до впечатляющих 1,3 миллиона особей. Параллельно с этим происходит восстановление деградировавших степей, что крайне важно для благополучия местных скотоводческих общин, зависящих от этих пастбищ.

Деграция пастбищ – глобальная проблема, затрагивающая и Центральную Азию. В 1970-х годах, под влиянием технологического подхода к управлению земельными ресурсами, в Центральноазиатской степи были распаханы большие площади. Этот необдуманный шаг привел к засухе и эрозии почвы, что сделало многие земли непригодными для использования. Казахстан, обладающий обширными степными территориями, столкнулся с серьезными экологическими проблемами. После распада Советского Союза популяция сайгаков, антилоп с характерным большим носом, резко сократилась из-за неконтролируемой охоты. Их численность упала с миллионов до всего лишь нескольких десятков тысяч. Одновременно с этим, традиционное кочевое скотоводство пришло в упадок, а популяции куланов и лошадей Пржевальского также сократились. В результате, обширные территории оказались недо выпасаемыми, что привело к разрастанию высокой травы. Это нарушает хрупкий баланс степной экосистемы, угрожает видам, приспособленным к лугам, и значительно повышает риск возникновения лесных пожаров, которые становятся все более опасными из-за изменения климата.

Благодаря инициативе "Алтын Дала" ("Золотая степь" по-казахски), в Казахстане ведется масштабная работа по восстановлению степных, полупустынных и пустынных экосистем на территории более 75 миллионов гектаров, где исторически обитали сайгаки. Ассоциация по сохранению биоразнообразия в Казахстане (АСБК) координирует усилия государственных органов и международных партнеров, что позволило создать новые охраняемые зоны и экологические коридоры, а также ввести запрет на охоту на сайгаков. Эти меры направлены на создание полноценно функционирующих экосистем. Несмотря на впечатляющее восстановление популяции казахских антилоп сайгаков, которая выросла с 50 000 в 2005 году до почти 300 000 в 2015 году, вспышка болезни нанесла серьезный удар, продемонстрировав хрупкость их положения. Тем не менее, антилопы вновь демонстрируют признаки восстановления.

Восстановление Туранского тигра как.

WWF - оказывает поддержку проекту по возвращению тигров в Казахстан, где 70 лет назад исчез каспийский тигр. Причиной тому стали потеря среды обитания, истребление военными и сокращение численности основных источников питания, таких как кабаны и бухарские олени. Благодаря инициативе правительства Казахстана и перспективному региону Или-Балхаш, восстановление популяции тигров представляется возможным. Успех этого проекта станет первой в истории международной реинтродукцией тигра и позволит сохранить этот вид.

Реализация программы по возвращению тигров в дикую природу займет не менее 15 лет и будет разделена на три этапа. С 2018 по 2024 год будет проводиться

подготовка среды обитания. Затем, до 2033 года, планируется выпуск не менее десяти тигров, начиная с группы из двух самок и одного самца. После 2033 года в течение как минимум 15 лет будет осуществляться мониторинг популяции, развитие устойчивого управления и экологического туризма. Для восстановления популяции тигров ведется масштабная работа по подготовке подходящей среды обитания. В частности, создаются охраняемые зоны, где будет обеспечена защита тигров и увеличена численность их добычи (до 25 особей на 1000 га). Значительные усилия направлены на восстановление прибрежных лесов, планируется восстановить не менее 10 000 га. Важным аспектом является взаимодействие с местным населением: мы консультируемся с ними на всех этапах, разрабатываем меры по минимизации конфликтов между людьми и тиграми и создаем систему компенсаций в случае нападения тигров на домашний скот. Кроме того, строятся вольеры для временного содержания тигров, где специалисты смогут наблюдать за их состоянием и убедиться в их готовности к жизни в дикой природе. Животных отлавливают в дикой природе и в течение шести часов оказывают необходимую ветеринарную помощь. Затем их оперативно доставляют к месту назначения, используя сначала самолет, а затем вертолет (в течение двух часов). В завершение, животных выпускают в вольер, расположенный в Или-Балхашском регионе.

При наличии достаточной кормовой базы, территория способна вместить до 120 особей. Для обеспечения долгосрочного выживания тигров необходимо разработать стратегию устойчивого управления, которая может включать развитие экологического туризма.

Главная сложность проекта такого масштаба – его реализация. Деньги, безусловно, важны, но даже огромный бюджет не гарантирует успеха. Ключевым фактором является привлечение и мотивация большого количества людей: сотрудников заповедника, местных жителей и представителей власти. Без их профессионализма, поддержки и, самое главное, искреннего желания работать над проектом, все усилия будут тщетны.

3.3 Перспективы и авторские рекомендации по совершенствованию стратегий по восстановлению Гепарда в Казахстане.

Понимание ключевых экологических адаптаций, таких как добыча пищи, когда хищник почти вымер, является сложным. Тем не менее, эта информация жизненно важна для восстановления сохранившихся особей. Поэтому обзор исторических, этнобиологических и недавних записей может помочь в изучении поведенческой экологии вида. Мы применили этот подход к азиатским гепардам (*Acinonyx jubatus venaticus*), которые когда-то бродили по большинству стран Западной и Центральной Азии, но теперь ограничены несколькими десятками в Иране, в исторических (до 1970 г.) и недавних (после 1970 г.) масштабах. Мы рассмотрели широко распространенное мнение о том, что азиатские гепарды подвергались сдвигам добычи с газелей на открытых равнинных территориях на уриалов в горах из-за сокращения популяций газелей из-за антропогенного

воздействия. Мы также количественно оценили недавний выбор добычи азиатскими гепардами и их поведенческую пластичность при добыче различных видов добычи. Хотя этнобиологические и исторические записи предполагают, что виды газелей были основной добычей гепардов по всему их азиатскому ареалу. Однако уриалы также часто становились объектами охоты гепардов по всему их историческому азиатскому ареалу, что показывает, что хищничество горных копытных не является новым охотничьим поведением у азиатских гепардов. Мы обнаружили пространственно-временную пластичность в недавнем охотничьем поведении гепардов с избирательным хищничеством взрослых самцов уриалов. Было временное совпадение во времени охоты для равнинных и горных копытных, хотя и с некоторыми незначительными различиями, так как утро в основном приходилось на газелей, в то время как хищничество горных копытных было преимущественно после полудня. Мы представили три управленческих вывода для восстановления и возобновления гепардов в Азии. Моя работа подчеркнула важность исторических исследований в информировании поведенческой экологии редких видов. Вопрос о том, чем питаются азиатские гепарды, обсуждается уже давно – как минимум полвека. Изначально ареал этих кошек совпадал с ареалом трех видов газелей (джейрана, чинкары и гарны), которые и составляли основу их рациона. Исчезновение этих газелей стало одной из главных причин сокращения численности и исчезновения гепардов в Центральной Азии, на Аравийском полуострове и даже в Иране. В Иране, где сейчас обитает единственная сохранившаяся популяция азиатских гепардов, из-за нехватки газелей они, по-видимому, перешли на охоту на горных копытных, таких как уриал, безоаровый козел и муфлон.

В отличие от этого, другие исследователи отмечали, что азиатские гепарды питаются разнообразными копытными среднего размера, включая газелей и уриалов. Это означает, что для успешного восстановления популяции азиатского гепарда необходимо охранять и управлять всем спектром его добычи, а не фокусироваться на каком-то одном виде. Различия в предпочтениях добычи могут быть связаны с тем, что гепарды используют разные типы местности: газели обитают преимущественно на открытых равнинах, а уриалы – в холмистых и горных районах. Отсутствие единого мнения по этим вопросам породило активные дискуссии среди специалистов по охране природы о наиболее эффективных стратегиях восстановления популяции азиатского гепарда.

Несмотря на то, что зоологические записи предоставляют уникальную информацию о составе экосистем и экологических взаимодействиях, их потенциал для изучения поведенческой экологии видов в долгосрочной перспективе часто не реализуется.

Это ограничивает возможности использования этих данных для улучшения природоохранных мероприятий. Чтобы восполнить этот пробел, мы использовали этнобиологический подход, рассматривающий взаимосвязь между людьми и окружающей средой, для изучения исторических знаний о добыче азиатских гепардов (таблица 3.2)

Таблица 3.2. Сводная таблица по добыче и средам обитания

Страна	Основная добыча	Тип среды обитания
Ирак	Газель	Пустыня
	Газель	Простой
Аравийский полуостров	Газель	Открытая равнина
	Газель	Открытые равнины и низменные пустыни
Иран	Газель	Пустыня
	Джейран, чинкара и уриал	Юбка гор
	Джейран, чинкара и уриал	Предгорья и полузасушливые равнины
	Джейран, чинкара и уриал	Открытые равнины и невысокие холмы
Туркменистан	Джейран, уриал и иногда кулан	Равнинная и холмистая местность
	Копытные (джейран и др.)	Низменная или холмистая пустыня
Казахстан	Джейран, сайгак, уриал	Равнинная и холмистая местность
Пакистан	Чинкара	Холмистая местность
	Джейран и чинкара	Открытые равнины
Афганистан	Газель джейран	Открытые пространства
	Газель джейран	Крупные речные бассейны, глинистые и песчаные биотопы
Индия	Гарна, чинкара, иногда нильгау	Открытые равнины и невысокие холмы
	Гарна, чинкара, иногда нильгау	—
	Гарны, газели, олени и другая добыча	Низкие, изолированные, скалистые холмы и окружающие их равнины

Возрождение популяции гепардов в Казахстане реально, если будут созданы подходящие условия обитания, налажено взаимодействие с соседними странами и разработана гибкая стратегия, учитывающая меняющиеся обстоятельства. Успешная реализация этого проекта может стать знаковым природоохранным начинанием, сравнимым по масштабу и значимости с программами по возвращению тигров и куланов.

Вопросы генетики и морали

Вопрос о том, каких гепардов использовать для восстановления популяции (например, африканских вместо азиатских), вызывает споры. Важно сохранить уникальный генетический код и приспособленность к среде обитания именно

азиатского подвида.

Необходим масштабный и скоординированный подход

Для успешной реинтродукции гепарда требуется долгосрочная (15-20 лет) государственная программа, объединяющая усилия научных учреждений, международных природоохранных организаций (WWF, IUCN, CMS), местных жителей, а также предусматривающая охрану территорий и стабильное финансирование.

Препятствия значительны, но есть и положительный опыт

Несмотря на сложность задачи, у Казахстана есть успешный опыт восстановления популяций кулана и джейрана, а также действующие программы по сохранению тигра и сайгака. Это создает благоприятные условия и необходимую инфраструктуру для попытки возвращения гепарда в дикую природу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы: Для преодоления препятствий и охраны биоразнообразия в Казахстане необходимо провести оценку состояния и инвентаризацию объектов биоразнообразия, а также разработать мероприятия по его эффективному управлению.

Анализ показывает, что недостаточно систематически подходят к ряду существующих проблем. Проведение ряда мероприятий требует обоснования с точки зрения социально-экономических факторов. Однако реализация Национальной Стратегии и Плана действий по сохранению и сбалансированному использованию биоразнообразия Казахстана направлена на повышение эффективности государственных действий в области сохранения и управления биоразнообразием флоры и фауны. Эти документы предусматривают ключевые меры, выполнение которых значительно улучшит текущую ситуацию.

В настоящее время для нашей страны наиболее важными и эффективными мерами являются следующие:

1) Увеличение площади особо охраняемых природных территорий

На данный момент в Казахстане под активной охраной находятся: 10 заповедников, 12 национальных парков, 4 природных резервата, 52 заказника, 26 памятников природы республиканского значения и 53 памятника природы областного значения. Тем не менее, эти особо охраняемые территории занимают лишь 8,2% площади страны, что ниже мирового стандарта в 10%. Для сравнения, на Кубе этот показатель составляет 22%. Кроме того, размещение особо охраняемых территорий в Казахстане не можно считать полноценной «экологической сетью». В настоящее время поступают сообщения о создании региональных внутригосударственных экологических сетей в Заилийском Алатау, Жонгарском Алатау и Алтайском регионе. Помимо формирования экологических сетей на национальном уровне, ведется работа по созданию трансграничных сетей, таких как Западно-Тянь-Шаньский и Алтай-Саянский экологические регионы. Важно не останавливаться на достигнутом и продолжать развивать существующие методики для организации экологических сетей во всех типах ландшафтов – от лесов и степей до пустынь и водных экосистем. Эта работа столь же актуальна, как и создание сетей в горных областях.

2) Поддержание численности редких видов в природе за счет искусственного разведения и восстановления их популяций на территориях, пострадавших от деятельности человека

В Казахстане искусственным разведением растений могли бы заниматься ботанические сады, такие как Главный ботанический сад (Алматы), Алтайский ботанический сад (Риддер), Жезказганский ботанический сад (Жезказган), Илийский ботанический сад (Алматинская область) и Мангышлакский ботанический сад (Актау). Однако из-за недостаточного финансирования и потери квалифицированных специалистов, коллекции редких и уникальных видов растений в этих садах практически утрачены. Кроме того, Карагандинский и Темиртауский ботанические сады лишились статуса особо охраняемых природных территорий.

Три казахстанских зоопарка (Алматинский, Карагандинский и Шымкентский) также испытывают нехватку ресурсов для эффективного сохранения и искусственного разведения исчезающих видов животных.

3) Оценка состояния природных комплексов и систематическое наблюдение за их изменениями

Для оценки состояния экосистем и биологического разнообразия необходимо:

1. Провести детальное исследование территории и оценить состояние её экосистемы.
2. Создать карту изучаемой территории.
3. Составить перечень всех типов местообитаний (биотопов).
4. Оценить состояние редких видов растений и животных и организовать их мониторинг.

Инвентаризация должна дать полную картину разнообразия экосистем и особенностей ландшафтов. Необходимо определить видовое богатство (учет всех видов, обитающих на территории), выявить закономерности распределения видов, определить индекс видового разнообразия (показывает общее число видов и соотношение их численности), выявить доминирующие виды (оказывающие наибольшее влияние на экосистему), определить количество редких видов.

Также необходимо определить продуктивность сообщества, выявить пищевые связи, особенности использования ресурсов, определить факторы, негативно влияющие на видовое разнообразие. Использование комбинированного подхода, включающего восстановление и ревайлдинг, позволяет создать более устойчивый и разнообразный ландшафт. Восстановление может быть использовано для создания различных типов местообитаний, находящихся на разных стадиях сукцессии. Ревайлдинг, в свою очередь, обеспечит динамику и естественные процессы, предотвращая застывание ландшафта в однообразном состоянии. Это позволит избежать создания статичного набора восстановленных экосистем и обеспечит долгосрочную устойчивость. Восстановление экосистем в окрестностях зон ревайлдинга может значительно улучшить его результаты. Например, это может создать благоприятные условия для реколонизации территорий ревайлдинга видами, которые ранее там обитали, но исчезли. Одним из способов достижения этой цели является создание "лесных островков" - небольших участков, засаженных деревьями, которые служат центрами для распространения кустарников и деревьев в окружающем ландшафте.

Для лучшего понимания и управления природными ресурсами был разработан InVEST - бесплатный и общедоступный набор программных инструментов. Он позволяет визуализировать и оценивать экосистемные услуги, то есть все те блага, которые мы получаем от природы: от продуктов питания и чистой воды до возможностей для отдыха и сохранения генетического разнообразия. Использование InVEST® помогает осознать ценность природного капитала и принимать более обоснованные решения для его сохранения, предотвращая его дальнейшую деградацию. Управляя природными ресурсами для различных целей, правительства, НКО, международные финансовые организации и корпорации постоянно сталкиваются с необходимостью выбора между разными

вариантами. InVEST, с его многофункциональной и модульной конструкцией, предлагает практичное решение для этих организаций, помогая им взвешивать экологические и экономические последствия своих решений. InVEST использует пространственный подход, опираясь на картографические данные для анализа и представляя результаты также в виде карт. Результаты моделирования выражаются либо в физических единицах, отражающих состояние окружающей среды (например, количество поглощенного углерода), либо в экономических показателях (например, экономическая ценность этого поглощенного углерода).

InVEST позволяет проводить анализ в различных масштабах – от локального до глобального, предоставляя пользователю гибкость в выборе пространственного разрешения.

В основе моделей InVEST лежат производственные функции, которые позволяют оценить, как изменения в структуре и функционировании экосистем влияют на предоставление и ценность экосистемных услуг, как на суше, так и в море. Модели учитывают не только способность экосистемы предоставлять услугу (например, роль среды обитания в смягчении последствий штормов), но и местоположение и деятельность людей, которые получают выгоду от этой услуги (например, расположение населенных пунктов и инфраструктуры, подверженных риску прибрежных штормов).

InVEST представляет собой самостоятельное приложение, не зависящее от ГИС-программ. Для визуализации результатов необходима ГИС-программа, такая как QGIS или ArcGIS. Для эффективной работы с InVEST не требуется знание языка программирования Python, но необходимы базовые или средние навыки работы с ГИС.

InVEST имеет модульную структуру, что позволяет пользователям выбирать и моделировать только те экосистемные услуги, которые представляют для них интерес, вместо того, чтобы моделировать их все.

Практическая значимость: Стратегия "Зелёной экономики" до 2050 года является основой для устойчивого развития Казахстана и повышения качества жизни населения. Ее главная цель – модернизировать экономику, интегрируя экологические, экономические и социальные факторы. Для достижения этой цели стратегия предусматривает:

- **Снижение экологической нагрузки:** Переход на экологически чистые технологии, возобновляемые источники энергии и эффективное природопользование.
- **Стимулирование экономического роста:** Развитие "зеленых" отраслей, повышение энерго- и водоеффективности, внедрение новых стандартов в строительстве и производстве.
- **Обеспечение продовольственной безопасности:** Поддержка устойчивого сельского хозяйства, восстановление деградированных земель и развитие органического земледелия.
- **Укрепление международного сотрудничества:** Активное участие в решении глобальных экологических проблем и повышение конкурентоспособности страны.

Реализация стратегии позволит Казахстану обеспечить экологическую устойчивость, экономическую эффективность, социальную стабильность и успешно интегрироваться в глобальные экологические и экономические процессы.

Стратегия "Зелёной экономики" до 2050 года является ключевым фактором устойчивого развития Казахстана, обеспечивая экологическую безопасность, экономический рост и конкурентоспособность в современном мире.

Роль в экосистеме: Сайгак, обитающий исключительно в степях Евразии, служит своеобразным "барометром" благополучия степных экосистем. Состояние его популяции напрямую указывает на здоровье степных и полупустынных территорий. Забота о сайгаке и восстановление его численности – это вклад в сохранение целостности степных ландшафтов и поддержание разнообразия видов, которые от них зависят.

Исчезновение туранского тигра в Казахстане в прошлом веке – это печальный пример утраты важного хищника, играющего ключевую роль в пищевой цепи. Возвращение этого зверя возможно только при условии восстановления целых экосистем, в первую очередь, тугайных лесов вдоль рек, которые сильно пострадали. Это требует масштабных мер по восстановлению природных территорий, что, в свою очередь, положительно скажется на качестве окружающей среды, устойчивости к изменениям климата и сохранении биологического разнообразия.

Экономическая и социальная важность: Проекты по восстановлению сайги и туранского тигра в Казахстане не только способствуют сохранению биоразнообразия, но и открывают новые перспективы для развития экотуризма, особенно в степных, пустынных и прибрежных зонах. Благодаря этому, регионы, ранее считавшиеся экономически отсталыми, становятся привлекательными для инвестиций и создания рабочих мест. Активное участие Казахстана в международных программах по сохранению исчезающих видов, таких как CMS и проекты WWF, позволяет привлекать значительные объёмы международного финансирования, грантов и технической помощи, включая поставку оборудования, проведение научных исследований и повышение квалификации персонала. Эти инициативы также играют важную роль в устойчивом развитии сельских территорий, способствуя созданию охраняемых природных территорий, повышению экологической осведомленности населения и внедрению новых, экологически устойчивых форм хозяйствования.

Эти два проекта имеют огромное значение для экологической и зоологической науки. Казахстанские и зарубежные исследователи используют их как платформу для изучения практических аспектов восстановления экосистем, сохранения генетического фонда, приспособления к климатическим изменениям и налаживания взаимоотношений между человеком и дикими животными.

Реализация проекта по возвращению туранского тигра, посредством реинтродукции амурского тигра, как наиболее генетически родственного, невозможна без объединения усилий специалистов из разных областей: биологии, географии, экономики, социологии и права.

Возвращение этих видов в дикую природу станет большим успехом для

Казахстана, который покажет всему миру, что страна заботится об окружающей среде. Это укрепит имидж Казахстана как ответственного участника международных экологических программ, включая Цели устойчивого развития. Восстановление туранского тигра особенно важно, потому что этот зверь – часть истории и культуры Казахстана. Он упоминается в легендах и является символом регионов Или и Жетысу, что помогает сохранить национальную идентичность и природное богатство страны.

Другими словами, возвращение сайгаков и туранских тигров в Казахстан – это гораздо больше, чем просто защита исчезающих видов. Это комплексные программы, которые оказывают влияние на экологию, экономику, науку, культуру и общество в целом. Практическая польза от этих проектов огромна:

- Они помогают сохранить разнообразие живой природы и сделать экосистемы более устойчивыми.
- Они дают толчок экономике, развивая экологический туризм и рациональное использование природных ресурсов.
- Они создают Казахстану репутацию страны, заботящейся об окружающей среде, на международной арене.
- Они развивают науку, привлекают инвестиции и экспертов из других стран.
- Они делают людей более осведомленными об экологических проблемах и вовлекают их в природоохранную деятельность.

Все эти направления крайне важны для устойчивого развития Казахстана и для создания новых, экологически чистых моделей экономики.

Перспективы дальнейших исследований: Несмотря на критическое состояние популяции азиатского гепарда, сохранившейся лишь в Иране, Казахстан обладает потенциалом для его восстановления. Проект реинтродукции этого подвида в Казахстан является одним из самых значимых и сложных в области сохранения биоразнообразия Евразии. Для его успешной реализации потребуются комплексный подход, включающий масштабные научные исследования, экологическую оценку, правовое регулирование и вовлечение общественности. В дальнейшем будут рассмотрены основные направления исследований, необходимые для успешного восстановления азиатского гепарда в Казахстане.

Восстановление популяции азиатского гепарда в Казахстане требует, прежде всего, научного определения его прежнего ареала обитания. Данные из архивов, отчёты зоологических экспедиций начала XX века и фольклорные источники свидетельствуют о том, что гепарды обитали в полупустынных зонах Центрального Казахстана, включая Улытау, Мангистау и Приаралье. Для разработки эффективной стратегии реинтродукции необходимо провести комплексную оценку современной среды обитания, включающую: анализ доступности основных видов добычи (газелей, сайгаков, мелких копытных), описание характеристик растительности и ландшафта, а также оценку степени воздействия человеческой деятельности, такой как развитие инфраструктуры, выпас скота и земледелие.

Экологическое моделирование, основанное на таких подходах, как InVEST и MaxEnt, представляет собой многообещающий инструмент для изучения и

прогнозирования экологических процессов. С его помощью можно оценивать вероятность успешной реинтродукции видов, моделировать потенциальные ареалы их распространения, анализировать влияние климатических изменений на популяции и прогнозировать их динамику в долгосрочной перспективе.

Поскольку азиатский гепард находится на грани исчезновения (в Иране их осталось меньше 20), для восстановления их популяции в Казахстане можно попробовать использовать гепардов из Африки, которые генетически похожи. Но, прежде чем это делать, нужно провести серьезные генетические исследования, чтобы понять, насколько это безопасно и эффективно. Если просто перевезти гепардов не получится, нужно будет разрабатывать методы искусственного оплодотворения.

Проект по восстановлению азиатского гепарда в Казахстане – это не только важная природоохранная инициатива, но и стратегический приоритет для страны, требующий широкого сотрудничества. Он призван объединить усилия экологов, биологов, юристов, экономистов, социологов и местных сообществ вокруг общей цели – возвращения утраченного элемента казахстанской фауны. Успех этого проекта станет вдохновляющим примером для стран Центральной Азии и всего постсоветского пространства, демонстрируя, что даже исчезнувшие виды могут быть возвращены в природные экосистемы при наличии научной базы и государственной поддержки. Восстановление гепарда станет катализатором для развития биоэкономики, экологического образования, международного научного сотрудничества и расширения сети охраняемых территорий. В конечном счете, возвращение гепарда станет национальным символом устойчивости, прогресса и новой гармонии между человеком и дикой природой. Это не просто возвращение исчезнувшего хищника, а шаг в будущее, где сохранение биоразнообразия воспринимается как инвестиция в здоровье, безопасность и процветание следующих поколений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Отчет о сохранении биоразнообразия 2023. Компания РУСАЛ. 2023 год. Стр. 20.
2. Восстановление экосистем и биологических видов приносит пользу людям и природе. Автор: Хейзел Торнтон. 2022 год.
3. Программа ООН по окружающей среде (UNEP). Доклад о состоянии биоразнообразия. – 2023.
4. Скляренко С.А. Сохранение и восстановление степных экосистем Казахстана. – Алматы: Изд-во Института зоологии, 2021. – 224 с.
5. Программа ООН по окружающей среде (UNEP). Доклад о состоянии биоразнообразия. – 2023.
6. Бекенов Г.Н. Проблемы сохранения редких млекопитающих в Казахстане. – Алматы: Изд-во КазНУ, 2022. – 198 с.
7. AFR100 (2023). Africa Forest Landscape Restoration Initiative. Retrieved from <https://afr100.org>
Gorongosa Restoration Project (2022). The Restoration of Gorongosa National Park. Retrieved from <https://www.gorongosa.org>
8. UNDP (2020). Yasuni-ITT Initiative: A Global Environmental Project. United Nations Development Programme. Retrieved from <https://www.undp.org>
9. Зелёная экономика, экономика заботы — важно выйти за рамки ВВП
<https://www.greenecomomycoalition.org/>
10. Статья: Восстановление популяции волков в Йеллоустоуне: реинтродукция к восстановлению <https://www.nps.gov/articles/wolf-restoration-in-yellowstone-reintroduction-to-recovery.htm>
11. Золотая степь Казахстана снова засияла
<https://www.unep.org/news-and-stories/story/kazakhstans-golden-steppe-shines-again?utm>
12. Возвращение тигра
https://tigers.panda.org/news_and_stories/stories/return_of_the_tiger_what_will_it_take_to_bring_them_back_to_kazakhstan/?utm
13. восстанавливать популяцию гепардов https://ustinka.kz/strana-i-mir/interesting_news/93865.html

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу Козулина Даниила Игоревича

ОП 6B05206 - Инженерная экология

На тему: Исследования по экологическому восстановлению утраченного биоразнообразия:
пути и средства решения проблемы

Выполнено:

- а) графическая часть на 15 листах
- б) пояснительная записка на 44 страницах

Исследование посвящено острой и важной экологической проблеме – возвращению к жизни исчезнувших видов животных, что является ключевым элементом сохранения биоразнообразия. Фокусировка на туранском тигре и азиатском гепарде в Казахстане делает работу не только актуальной, но и практически значимой, особенно в свете современных региональных природоохранных усилий. Автор изучил причины исчезновения этих видов и предложил возможные пути восстановления их популяций, демонстрируя научный и прикладной подход к решению проблемы. Подчеркивается важность восстановления среды обитания, международного сотрудничества и участия ученых в природоохранных проектах.

Работа требует дальнейшего развития в нескольких ключевых областях. Необходимо углубить анализ экологических, биологических и социальных аспектов восстановления видов, расширить обзор международных программ по реинтродукции туранского тигра и гепарда, а также разработать конкретные и обоснованные рекомендации для реализации проектов в Казахстане. Кроме того, следует расширить список использованных источников, включив современные публикации и отчеты ведущих экологических организаций, и улучшить структуру и четкость изложения.

Работа демонстрирует перспективный подход к изучению восстановления биоразнообразия и отражает заинтересованность автора в экологической проблематике. Однако, на данный момент, работа носит скорее ознакомительный характер и нуждается в существенной доработке для достижения академического уровня. При условии углубления исследования, подкрепления аргументов конкретными данными и улучшения организации материала, работа имеет потенциал стать значимым вкладом как в теоретическом, так и в практическом аспектах.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

1. Следовало бы рассмотреть биоинженерные методы, восстановление природных сред обитания, экологическое законодательство, участие местного населения и международное сотрудничество.

Рецензент,

НИИ "Экология и устойчивость биоресурсов", PhD

Тауанов Ж.Т.



2025 г.

Ф КазНТУ 706-17. Рецензия

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу Козулина Даниила Игоревича
ОП: 6B05206 - Инженерная экология

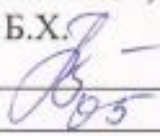
Тема: Исследования по экологическому восстановлению
утраченного биоразнообразия: пути и средства решения проблемы

Представленная работа является значительным вкладом в изучение актуальной проблемы утраты биоразнообразия. Студент продемонстрировал глубокую заинтересованность в теме и понимание глобальных экологических вызовов, сосредоточившись на вопросах восстановления экосистем и возвращения исчезнувших видов. Исследование отличается самостоятельным подходом к поиску и анализу информации, с использованием широкого спектра источников, включая научные публикации, отчеты международных экологических организаций и природоохранные инициативы. Особую ценность представляет рассмотрение конкретных кейсов восстановления туранского тигра и азиатского гепарда в Казахстане, что придает работе практическую направленность и демонстрирует ее прикладную значимость.

Автор стремится к всестороннему освещению темы, рассматривая биологические аспекты, проблемы деградации среды обитания, антропогенное воздействие и возможные пути решения. Работа логично структурирована, оформлена в соответствии с требованиями и содержит четкие выводы и рекомендации. Вместе с тем, для дальнейшего улучшения работы рекомендуется углубить теоретическую базу, расширить список использованных источников и конкретизировать некоторые положения.

Дипломная работа оценивается на оценку «отлично» (95, А), а ее автор присвоения академической степени бакалавр естествознания по ОП ОП 6B05206 - Инженерная экология.

Научный руководитель,
Ассоциированный профессор
кафедры «ХРиПЭ», к.т.н.
Тусупова Б.Х.

«30»  2025 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Козулин Даниил Игоревич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломдық жұмыс

Название работы: Исследование по экологическому восстановлению утраченного биоразнообразия: пути и методы решения проблемы

Научный руководитель: Шолпан Кубекова

Коэффициент Подобия 1: 3.1

Коэффициент Подобия 2: 0.3

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

Сарсенбаев С.О.

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Козулин Даниил Игоревич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломдық жұмыс

Название работы: Исследование по экологическому восстановлению утраченного биоразнообразия: пути и методы решения проблемы

Научный руководитель: Шолпан Кубекова

Коэффициент Подобия 1: 3.1

Коэффициент Подобия 2: 0.3

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата 10.06.2025г.

Заведующий кафедрой Шолпан Кубекова
Кубекова Ш.П. Козулин Д.И.