

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Сагынбаевой Айнұр Бағдатқызы на тему
«Использование ГИС технологий и аэрокосмических методов при изучении
состояния и изменения динамики сосновых лесов Казахстана (на примере
государственного природного лесного резервата «Семей орманы»)»
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D08302 – «Лесные ресурсы и лесоводство»

Актуальность темы исследования: Актуальность исследования состояния и динамики изменений сосновых лесов в Казахстане напрямую связана с экологическими и экономическими стратегиями развития страны. Данное исследование соответствует следующим государственным инициативам:

В рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» использование ГИС-технологий и аэрокосмических методов при изучении сосновых лесов соответствует основным направлениям цифровизации Казахстана. Эти технологии модернизируют систему управления природными ресурсами, позволяя автоматизировать мониторинг и управление состоянием лесов.

Национальный проект «Зеленый Казахстан» (2021–2025 гг.) направлен на восстановление лесных площадей и сохранение природных экосистем. Исследование состояния сосновых лесов с применением аэрокосмических методов способствует эффективному управлению экологическими функциями лесных массивов.

В контексте реализации целей устойчивого развития ООН охрана и восстановление лесов направлены на сохранение устойчивости природных экосистем. Полученные в рамках исследования данные будут способствовать достижению этих целей.

В программе развития лесного хозяйства Республики Казахстан (2021–2025 гг.) особое внимание уделено применению современных цифровых технологий в мониторинге и управлении лесами. Результаты исследования станут основой для выполнения этих задач.

Изучение состояния сосновых лесов с применением ГИС и аэрокосмических методов играет важную роль в обеспечении устойчивого развития страны, гармонизируя с экологическими и цифровыми трансформационными программами Казахстана. Это исследование вносит прямой вклад в сохранение и эффективное управление лесными ресурсами, адаптацию к изменениям климата и рациональное использование природных ресурсов.

Цель диссертационного исследования: Изучение состояния сосновых лесов и динамических изменений лесного покрова в Казахстане с использованием ГИС-технологий и аэрокосмических методов (на примере государственного природного лесного резервата «Семей орманы»).

Задачи исследования:

- Определить состояние и динамические изменения сосновых лесов по методу FCD;
- Исследовать изменения с применением индекса NDVI;
- Сравнить показатели FCD и NDVI по результатам исследования;
- Определить состояние сосновых лесных массивов на территории Жанасемейского филиала государственного природного лесного резервата «Семей орманы» до и после пожара, а также процесс их восстановления в постпожарный период;
- Проанализировать причины динамических изменений соснового лесного покрова Семей орманы на основе платформ «Google Earth, Global Forest Watch, GLAD Forest Alerts».

Методы исследования: Методологической основой исследования стали современные методы дистанционного зондирования и ГИС-технологии для оценки и анализа динамических изменений соснового лесного покрова. Использованы следующие методы:

Метод FCD (Forest Canopy Density). Разработан в 1990-х годах учеными Японского агентства аэрокосмических исследований и специалистами Таиланда. Применяется для оценки пространственно-временных изменений лесного покрова и описания их динамики. Цель, мониторинг и описание изменений плотности лесов под влиянием антропогенных и природных факторов.

Индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Основан на разработке J.W. Rouse и используется для оценки состояния лесного покрова. Цель, количественно оценить темпы восстановления зеленых растений в лесных массивах после пожаров.

Метод NBR (Normalized Burn Ratio). Разработан Christopher Key и Nicholas Benson для анализа влияния пожаров на растительный и почвенный покров. Цель, пространственно и количественно определить воздействие пожаров на лесной покров.

Использование данных дистанционного зондирования: Применены данные спутниковых платформ, таких как Landsat, Sentinel-2, MODIS. Цель, долгосрочный мониторинг динамики лесного покрова, создание пространственных моделей и отслеживание изменений во времени с высокой точностью.

Применение ГИС-технологий: Использованы для обработки, визуализации и картографирования результатов исследования. Цель, наглядное отображение изменений лесных экосистем и определение их пространственных характеристик.

Использование космических платформ: Применены платформы «Global Forest Alerts», «Google Earth», «Global Forest Watch», «EO Browser», основанные на данных дистанционного зондирования и космического мониторинга. Цель, оперативное и высокоточное определение изменений в лесных экосистемах.

Основные положения, выносимые на защиту (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новым знанием).

Обоснование использования ГИС-технологий и аэрокосмических методов в определении состояния и динамических изменений сосновых лесов:

ГИС-технологии и аэрокосмические методы (спутниковая съемка) позволяют за короткий срок получать точные пространственные данные о состоянии сосновых лесов. Доказано, что мультиспектральные и гиперспектральные данные эффективно применяются для определения плотности лесного покрова и процессов деградации.

Модель FCD, объединяющая данные дистанционного зондирования и наземных исследований, позволяет прогнозировать динамические изменения в лесах. Модель показала свою эффективность в оценке риска деградации лесов и степени их восстановления.

Разработка методологических подходов к определению состояния и динамических изменений сосновых лесов:

Создан алгоритм комплексной оценки состояния и динамических изменений сосновых лесов. Построены карта плотности лесного покрова (FCD-карта) и карта оценки индекса NDVI. Эти карты включают этапы сбора, обработки и анализа данных с использованием современных ГИС-программ и аэрокосмических технологий. Доказана универсальность методики, которая может быть применена к другим лесным экосистемам Казахстана с аналогичными природными условиями.

Описание основных результатов исследования:

- Применение метода плотности лесного покрова (FCD):

При использовании метода Forest Canopy Density (FCD) для определения состояния и динамики изменений сосновых лесов за период 2008–2023 гг. выявлено значительное изменение площади сосновых лесов ГЛПР «Семей орманы». Применение FCD на основе данных спутниковых снимков Landsat позволило определить динамику изменений по нескольким индексам (AVI, BI, SI, TI).

- Применение нормализованного индекса растительности (NDVI):

На основе NDVI проведен анализ изменений сосновых лесов в пределах ГЛПР «Семей орманы» за 15 лет (2008–2023 гг.). Выявлены положительные изменения растительности: увеличение площадей с высокой плотностью растений и сокращение безрастительных участков. Это подтверждает восстановление экосистем и эффективность мер по улучшению состояния лесов, указывая на необходимость продолжения мероприятий по защите и восстановлению лесов для обеспечения их устойчивого развития.

- Сравнение показателей FCD и NDVI:

Сравнение методов FCD и NDVI за 2008–2023 гг. показало сходные тенденции изменений сосновых лесов.

NDVI предоставляет общее представление о состоянии растительности на больших территориях и позволяет отслеживать динамику не только лесов, но и других видов растительности. Однако его недостатком является невозможность точной оценки плотности древесного покрова, особенно в густых лесах.

Метод FCD более точен для оценки лесных площадей, так как специально разработан для анализа плотности древесного покрова и лучше отражает изменения в структуре лесов. Его недостаток — игнорирование других типов растительности.

-Анализ плотности сосновых лесов Жанасемейского филиала с использованием индекса NBR:

Проведен анализ плотности сосновых лесов до и после пожара (2007 г. и 2008 г.) в Жанасемейском филиале ГЛПР «Семей орманы» с использованием индекса NBR для оценки процесса восстановления. Установлено значительное улучшение восстановления сосновых лесов после пожара. Данные дистанционного зондирования и методы ГИС подтвердили, что процесс восстановления сопровождается постепенным увеличением плотности растительности и сокращением безрастительных участков.

- Анализ динамики изменений лесного покрова и их причин:

С использованием платформ «Google Earth», «Global Forest Watch (GFW)» и «Global Land Cover» проведено исследование изменений лесного покрова на основе космических данных. Выявлены причины уничтожения и восстановления лесов. Установлено, что плотный лесной покров встречается редко в западных и южных регионах. Снижение плотности лесов и увеличение разреженных участков, особенно в юго-восточной части «Семей орманы», свидетельствует о деградации лесного покрова.

Обоснование новизны и значимости полученных результатов: Новизна исследования заключается в том, что принципы применения методов дистанционного зондирования и технологий ГИС для изучения состояния лесных массивов на территории Государственного природного лесного резервата «Семей орманы» обоснованы впервые.

Анализ изменений состояния сосновых лесов за последние 15 лет на территории Государственного природного лесного резервата «Семей орманы» позволил выявить количественные и качественные изменения в структуре сосновых лесов под влиянием природных и антропогенных факторов, включая пожары и незаконные вырубki.

Метод FCD был впервые применен для оценки динамики изменений лесного покрова на территории Государственного природного лесного резервата «Семей орманы». На основе полученных данных была создана карта динамики изменений лесного покрова ГЛПР «Семей орманы» за последние 15 лет.

Процесс восстановления лесного покрова на пострадавших от пожаров территориях контролировался с использованием индексов NDVI и NBR. Был определен процесс восстановления лесного покрова по годам, а также разработана карта анализа индекса NDVI для оценки состояния лесного покрова.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам: Тема исследования, посвященная применению ГИС-технологий и аэрокосмических методов для изучения состояния и динамики изменений сосновых лесов в Казахстане, соответствует нескольким государственным программам и стратегическим документам. Данное направление отвечает

приоритетам страны в обеспечении экологической устойчивости, управления лесными ресурсами и охраны окружающей среды, а именно:

- «Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года». Восстановление и расширение лесных массивов, а также мониторинг лесов являются важными направлениями стратегии по увеличению потенциала поглощения углерода. Исследование состояния сосновых лесов с использованием ГИС и аэрокосмических методов способствует оценке углеродного цикла и сохранению экосистем.

- «Программа развития лесного хозяйства Республики Казахстан на 2021–2025 годы». Программа охватывает вопросы цифровизации лесов, проведения мониторинга и внедрения передовых технологий. ГИС и аэрокосмические методы играют ключевую роль в управлении лесами как инновационные инструменты.

- Государственная программа «Цифровой Казахстан». Использование цифровых технологий в управлении лесными ресурсами соответствует направлениям программы «Цифровизация экономики» и «Цифровая экосистема». ГИС-технологии и аэрокосмические методы обеспечивают сбор и анализ точных данных, а также совершенствуют системы мониторинга.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации: В рамках диссертационного исследования соискатель непосредственно участвовал в получении результатов исследования, их анализе и формулировании выводов. Кроме того, автор принимал участие в публикации результатов исследования в отечественных и зарубежных изданиях.

По итогам научно-исследовательской работы было опубликовано 10 статей, из которых 4 статьи опубликованы в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, 1 статья в базе данных Scopus. Также было представлено 5 статей на международных и республиканских научных конференциях.

Структура и объем диссертации: Структура диссертационной работы состоит из 4 основных разделов, заключения, а также списка использованных источников, количество которых составляет 165 наименований. Для демонстрации обоснованности результатов исследования в структуре работы представлены 62 рисунка, 32 таблицы и 4 приложения с дополнительными материалами.