

На правах рукописи

Данг Тхи Лан Ань



**МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ**

*Специальность 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и
мониторинг земель*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор

Ковязин Василий Федорович

Официальные оппоненты:

Трубина Людмила Константиновна

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», кафедра экологии и природопользования, профессор;

Уварова Екатерина Леонидовна

кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», кафедра землеустройства, старший преподаватель.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится 21 сентября 2021 г. в 16:00 на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.08 Горного университета по адресу: 199106, г. Санкт Петербург, 21-я линия, д. 2, ауд. №1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 21 июля 2021 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



КУЗИН
Антон Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Социалистическая Республика Вьетнам – одна из 16 стран мира с самым высоким биологическим и ландшафтным разнообразием природы, благодаря развитию особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В настоящее время общая площадь ООПТ Вьетнама составляет 2451754,1 га или 7,4% от общей площади страны. Однако за последние 30 лет состояние земель охраняемых территорий ухудшилось под воздействием природно-пространственных факторов. Для улучшения состояния ландшафтов ООПТ необходима их оценка путем проведения мониторинга. Эти работы регламентированы нормативными документами страны и, как правило, проводятся наземным методом. Мониторинг земель ООПТ наземным методом во Вьетнаме имеет ограничения по точности, времени и стоимости проведения по причине горного рельефа. Кроме этого, из-за недостатка средств и кадров мониторинг земель ведется не регулярно и только в национальных парках и крупных заповедниках.

Мониторинг земель ООПТ правительством Вьетнама рекомендуется проводить с применением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), что позволяет эффективно оценивать состояние земель и совершенствовать управление земельными ресурсами страны. Исследования этим методом проводились вьетнамскими и зарубежными учеными, такими как: Tran Quang Bao (2011), Tran Anh Tuan (2012), Nguyen Viet Luong, Duong Van Ni (2015), Tran Thu Ha, Phung Minh Tam, Nguyen Hai Hoa (2016), Ryutaro Tateishi, James E. Vogelmann (2017), Mathias Schaefer, Nguyen Xuan Thinh (2019), Nguyen Thi Xuan (2020) и другие. Однако эти исследования проводились на других охраняемых территориях 5-10 лет назад и только на землях некоторых категорий, а прогноз состояния земель ООПТ вообще не проводился. В нашем исследовании использованы спутниковые снимки Sentinel-2 и Landsat для оценки земель восьми охраняемых территорий в 4 географических районах Вьетнама, по восьми категориям в период с 1988 по 2019 год. Прогноз земель ООПТ составлен до 2035 года с учетом влияния природно-пространственных факторов. Мониторинг

позволил установить состояние земельных угодий, выявил динамику площадей, причины и прогноз изменений категорий земель охраняемых территорий за период наблюдений. Кроме этого, наше исследование позволило усовершенствовать методику мониторинга земель ООПТ Вьетнама по сравнению с традиционным методом.

Таким образом, мониторинг земель ООПТ Вьетнама для прогнозирования состояния ландшафтов с использованием ДЗЗ является актуальным.

Степень разработанности темы исследования.

Исследованию динамики и прогнозу состояния земель ООПТ Вьетнама посвящены труды вьетнамских и российских ученых: Ho Dac Hoang Thai (2009), Nguyen Huynh Huong (2012), Nguyen Thi Mai Duong, La Nguyen Khang, Le Cong Truong, Кузнецов А.Н. (2015), Tran Thu Ha, Hoang Minh Tuan, Pham Thanh Que, Le Thi Giang, Nguyen Hai Hoa, Nguyen Thi Thu Hien, Luong Thi Trang, Tran Anh Tuan (2016) и другие. Однако, отсутствуют исследования по мониторингу состояния наземного покрова земельных угодий ООПТ с применением данных ДЗЗ и обеспечения рационального управления охраняемыми территориями.

Научные аспекты данного исследования сформировались на основе изучения и анализа трудов ученых в области следующих проблем:

1. Разновидности ООПТ Вьетнама и особенности в них ведения мониторинга земель (Vo Van Hong, Pham Ngoc Bay (2006), Le Phat Quoi (2013), Hoang Thi Thanh Nhan, Tran Kim Tinh, Pham Viet Hung (2015), До Хонг Хань (2019) и другие);

2. Роли природно-пространственных факторов на формирование земельных угодий ООПТ в различных географических районах страны (Do Dinh Sam, Nguyen Ngoc Binh (2001), Nguyen ngoc Thach (2005), Шестаков А.С. (2009), Pham Chi Nguyen, Pham Thanh Vu, Le Quang Tri, Vo Van Minh, Le Van Trung, Nguyen Van Vu (2018), Dang Viet Hung (2020) и другие);

3. Анализа методов оценки состояния земельных угодий различных видов ООПТ (Токарева О.С.(2010), Tran Anh Tuan, Nguyen Huynh Huong (2012), Hoang Van Thang, Ha Thi Thu Hue (2015), Tran Thu Ha, Hoang Minh Tuan, Tran Anh Tuan (2016), Nguyen

Cong Minh, Pham Thi Thuy (2018), Ковязин В.Ф. (2019) и другие);

4. Основы мониторинга окружающей среды разработаны учеными: Sang L. (2011), Abdullah F. Alqurashi, Lalit K., Dang Hoang Phuong, Praveen, S. (2013), Matusch T., Shridhar D.J. (2014), Росяйкина Е.А., Ozturk D., Rawat J.S., Do Quoc Vu (2015), Azizi A., Nguyen Dinh Hai (2016), Lei Ji, Liping C. (2018), Nguyen Tuan Anh (2019), Pashkevich M.A. (2020) и другие).

Цель работы – повышение эффективности использования земельных ресурсов ООПТ Вьетнама на основе оценки и прогноза состояния угодий с использованием данных ДЗЗ.

Идея работы – прогноз состояния земельных угодий ООПТ Социалистической Республики Вьетнама предлагается оценивать путем мониторинга земель, включающим несколько методов: влияние природно-пространственных факторов, многократные данные ДЗЗ, полевые наблюдения, карты землепользований, максимальное правдоподобие и клеточные автоматы-цепи Маркова.

Актуальные задачи:

1. Изучить виды ООПТ, их географическое расположение, состояние земельных угодий и особенности применение данных ДЗЗ для мониторинга земель.

2. Определить природно-пространственные факторы и их роль на динамику площадей земель ООПТ различных географических районах Вьетнама.

3. Усовершенствовать методику мониторинга земельных угодий ООПТ Вьетнама с учетом нескольких показателей.

4. Разработать карты земель, растительности, водных объектов ООПТ для определения состояния земельных угодий в разные годы исследований.

5. Разработать алгоритм прогноза состояния земельных угодий ООПТ на ЭВМ и тематические карты с учетом природно-пространственных факторов.

6. Предложить рекомендации по улучшения состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама для эффективного управления природными ресурсами.

Научная новизна работы заключается:

1. Выявлена роль природно-пространственных факторов,

влияющие на распределение и состояние земельных угодий ООПТ в различных географических районах Вьетнама;

2. Усовершенствована методика мониторинга земель ООПТ Вьетнама, основанная на комплексе данных ДЗЗ для прогнозирования состояния земельных угодий;

3. Разработан алгоритм и построены прогнозные модели состояния земельных угодий ООПТ с применением метода клеточных автоматов - цепи Маркова с учетом природно-пространственных факторов.

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Усовершенствована методика мониторинга состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама с учетом природно-пространственных факторов.

2. Составлены тематические карты масштаба 1:60000 растительности, водно-болотных объектов, состояния, пригодности и прогноза земельных угодий ООПТ до 2035 года с применением индексов NDVI, NDWI, методов максимального правдоподобия и клеточных автоматов-цепи Маркова.

3. Разработана прогнозная модель состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама и их рационального использования на 15-летнюю перспективу.

4. Результаты исследований используются в учебном процессе подготовки студентов Горного университета по направлениям «Землеустройство и кадастры», «Инженерное обустройство территорий», «Землеустройство», «Кадастр недвижимости» студентами направления «Землеустройство и кадастры»: 21.03.02 (бакалавриат) и 21.04.02 (магистратура).

Методология и методы исследования. При исследовании использовались методы эмпирического уровня: описание, наблюдение, сравнение, обобщение и моделирование. Для мониторинга состояния земельных угодий ООПТ использовались данные ДЗЗ (космоснимки Landsat-5,7,8 и Sentinel – 2 A, B, полученные с 1988 по 2019 год). Для оценки состояния земельных угодий ООПТ использованы индексы: для растительности NDVI, а для водно-болотных объектов – NDWI. Угодья ООПТ классифицированы по категориям земель методом максимального

правдоподобия в программе ENVI, а статистический анализ их после классификации проведен в программе ArcGIS. Для прогноза состояния земельных угодий в районе исследований использовалась модель клеточных автоматов-цепи Маркова в программе Idrisi Selva.

Положения, выносимые на защиту:

1. Для разработки прогнозной модели земельных угодий ООПТ Вьетнама следует оценить роль природных (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почвы) и пространственных (расстояние до государственных дорог и до жилых районов населенных пунктов) факторов на динамику площадей земель.

2. Для повышения точности степени согласованности участков методом максимального правдоподобия рекомендуется использовать комплекс сведений по выборкам оценок состояния земельных угодий: Google Earth, аэрокосмическая съемка, полевые наблюдения, карты землепользований, совместные индексы NDVI и NDWI.

3. Разработана «Программа по прогнозу состояния земельных угодий», основанная на методе клеточных автоматов-цепей Маркова позволяет установить вероятность изменения площадей земель ООПТ по индексу Каппа с точностью более 81%.

Объект исследования – земли ООПТ, расположенные в 4 географических районах страны и являющиеся государственной собственностью Социалистической Республики Вьетнам.

Предмет исследования – динамика площадей и состояния земель ООПТ с разнообразными природно-пространственными факторами географических районов Вьетнама.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается значительным объемом картографического и текстового материала, полученного из официальных источников. Использовалась также информация, полученная с космоснимков Landsat, Sentinel-2, результаты их математической обработки. Проведен расчет точности результатов исследований путем применения математических и статистических показателей (несогласия по количеству и по уровню ячейки сетки, общая точность, индекс Каппа). Для расчета данных показателей

использовались современные программные средства обработки данных – ENVI, ArcGIS, Idrisi Selva.

Апробация результатов. Основные положения работы сообщались, обсуждались и получили одобрение на всероссийских и международных конференциях, в которых соискатель принимала активное участие. Это II Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования» (23.11.2018 г.) Тюмень, Тюменский индустриальный университет; Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью», (02–03.04.2019 г.), Екатеринбург, Уральский государственный аграрный университет; II международной научной конференции, посвященной 210- летию со дня рождения Чарльза Дарвина «Этноботанические традиции в агрономии, фармации и садовом дизайне» (3–6.07.2019 г.), Умань, Уманский национальный университет садоводства, Украина; Всероссийская научно-практическая конференция «Управление земельно-имущественным комплексом в условиях цифровизации агропромышленного производства» (04–05.10.2019 г.), Пермь, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова; V научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского» (Октябрь, 2019) Симферополь, Крымский федеральный университет; III Международная молодёжная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лесного хозяйства» (06–08.11.2019 г.) Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова; VII Международная научно-практическая конференция (20 декабря 2019 года), Екатеринбург, Уральский государственный аграрный университет; II Международная научно-практическая конференция «Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития» (26.03.2020 г.) Омск, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина; Международная научная

конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2020» (10–27.11.2020 г.), Москва, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова.

Личный вклад автора состоит в обосновании научной теории, анализе методической и научно-технической литературы, в постановке и осуществлении цели и задач исследований. В изучении динамики наземного покрова на земельных угодьях ООПТ Вьетнама с использованием методов ДЗЗ и ГИС-технологий. В проведении анализа статистических показателей по земельным угодьям после их классификации. Сбор и анализ информации по пригодности угодий к использованию при формировании базы данных ГИС. Подготовка научных статей и тезисов докладов на конференциях.

Публикации. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 18 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 6 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложена на 144 страницах машинописного текста, содержит 40 рисунков, 38 таблиц, список литературы из 154 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи работы и научная новизна, раскрыты теоретическая и практическая значимость исследований, положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены виды и местоположения ООПТ Вьетнама, приведена классификация их категорий и систем по задачам управления и критериям международного союза охраны природы (МСОП). Проведен анализ нормативно-правовой и научной литературы по различным технологиям мониторинга земель охраняемых территорий, выявлены преимущества и

недостатки существующих методов. Изучены природно-пространственные факторы, количество и площадь земель ООПТ Вьетнама и их структура по географическим районам.

Во второй главе дана структура земельного фонда и угодий ООПТ Вьетнама, и соотношение площадей по категориям за период исследований. Корреляционным анализом проведена оценка влияния природно-пространственных факторов на динамику площадей земель ООПТ различных районов Вьетнама.

В третьей главе представлены карты объектов исследований и методика оценки земельных угодий с использованием данных ДЗЗ и ГИС-технологий. Приведены сведения о космоснимках, их калибровке, дешифровочных признаках растительного покрова угодий, формулы расчета различных индексов.

В четвёртой главе приведены сведения по мониторингу земельных угодий ООПТ Вьетнама. Составлены по категориям плотности (густоты) растительности и водных объектов тематические карты объектов исследований. Доказана высокая точность классификации снимков с натурными сведениями. Представлены статистические данные о динамике площадей земельных угодий за годы исследований по объектам, географическим районам, видам ООПТ и всей территории страны. Установлена тенденция изменения состояния угодий ООПТ Вьетнама с 1988 по 2019 год.

В пятой главе представлены результаты прогноза состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама к 2035 году, с анализом причин изменения растительного покрова на них, с выделением 3 этапов исследований: 1988 - 2003 годы, 2003 – 2019годы и прогноз с 2019 по 2035 год. Даны рекомендации по совершенствованию управления земельными ресурсами ООПТ Вьетнама.

Основные результаты исследований отражены в защищаемых положениях:

1. Для разработки прогнозной модели земельных угодий ООПТ Вьетнама следует оценить роль природных (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почвы) и пространственных (расстояние до государственных дорог и до жилых районов населенных пунктов) факторов на

динамику площадей земель

Территория Вьетнама с севера на юг протянулась на 1,6 тыс. км, поэтому природные условия в стране существенно различаются. Сильно варьируют: высота гор, уклоны их склонов, мощность почвенных горизонтов и их гранулометрический состав. Различные средние температуры воздуха, продолжительность вегетационного периода и радиационный баланс местности. С учетом этих факторов выделены 4 географических района Вьетнама: Северо-восточный горный район, хребты Хоан Лиеншон, Чыонгшон, дельты рек Хонг и Меконг (таблица 1). Районы исследований различаются природными условиями. Северо-восточный горный район характеризуется крутыми склонами, хребет Хоанльеншон – высокими горами, в районе хребта Чыонгшон выпадает наибольшее количество осадков, а в дельтах рек Хонг и Меконг отмечается самая высокая температура в стране.

Географические районы различаются не только природными условиями, но количеством ООПТ и структурой земель (рисунок 1).

Наибольшая площадь земель и количество ООПТ находится в районе хребта Чыонгшон – 1740175,8 га и 78 объектов; далее следуют Северо-восточный горный район – 298913,2 га и 40 объектов. Их площадь и количество в районе хребта Хоанльеншон – 256527,6 га и 16 объектов, в дельте рек Хонг и Меконг они равны 156137,5 га и 33 объекта.

Структура земель ООПТ по географическим районам различается по категориям и площади. Почти 97% площади ООПТ занимают леса различной полноты и породного состава, луга и кустарники, остальные земли заняты водно-болотными угодьями и инженерными коммуникациями. Доля высоко полнотных древостоев ООПТ во Вьетнаме колеблется от 39,8 до 90,4% в разных географических регионах. Для выявления роли природно-пространственных факторов на состояние и динамику земельных угодий ООПТ выполнен корреляционный анализ (таблица 2).

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о значимости таких природно-пространственных факторов как: высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почвы, расстояния до государственных дорог и жилых

районов населенных пунктов, т.к. линейный коэффициент корреляции равен 0,7, а детерминации – более 0,5.

2. Для повышения точности степени согласованности участков методом максимального правдоподобия рекомендуется использовать комплекс сведений по выборкам оценок состояния земельных угодий: Google Earth, аэрокосмическая съемка, полевые наблюдения, карты землепользований, совместные индексы NDVI и NDWI

Для классификации состояния земель ООПТ использован метод максимального правдоподобия, поскольку признан стабильным показателем высокой точности. Метод максимального правдоподобия зависит от точности выбранных истинных значений земельных угодий, поэтому информация о состоянии земель ООПТ нами получена из разных источников: Google Earth, аэрофотоснимки, полевые наблюдения, карты землепользований, растительности и водных объектов.

Для составления карт состояния растительности и водных объектов на земельных угодий ООПТ использовались космоснимки Landsat и Sentinel-2 с помощи индексов NDVI и NDWI из-за простоты, надежности и полезности в различных экосистемах (Matsushita (2007), Memon A.A., Zhanmang Liao (2015), Hasan M. (2017), Tasneem Ahmed и Dharmendra Singh (2020)).

Индекс NDVI (Tucker, 1979) характеризует плотность (густоту) растительности. Индекс NDWI (McFeeters S.K., 1996), использовался для идентификации водных объектов по их положительным значениям. Эти индексы вычислялись по формулам 1 и 2:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1) \quad NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}, \quad (2)$$

где RED – коэффициент отражения в красной спектральной зоне; GREEN – коэффициент отражения в зеленой области спектра; NIR – коэффициент отражения в ближней инфракрасной зоне.

Индексы NDVI и NDWI принимают значения от – 1 до +1. По плотности растительность разделялась на категории: низкая ($0 \leq NDVI < 0,2$), средняя ($0,2 \leq NDVI < 0,5$) и высокая ($NDVI \geq 0,5$), а водные объекты – по положительному значению индекса NDWI. С

учетом индексов и категорий земель по каждому периоду наблюдений разработаны тематические карты состояния земельных угодий ООПТ и выявлена динамика их площадей. Карты и динамика растительности и водных объектов в национальном парке Трам Чим приведены на рисунках 2-3.

Установлено, что за три десятка лет отмечено увеличение на земельных угодьях древесной растительности с высокой плотностью и площадей водных объектов. Таким образом, это повышает надежность обучающих и тестовых выборок.

С помощью обучающих выборок методом максимального правдоподобия проведена классификация земельных угодий ООПТ Вьетнама по восьми категориям. Результаты исследований парков Хоанг Лиен, Кат Тьен, заповедника Бин Чау-Фыок Быу и заказника Нуй Ба Ра приведены на рисунке 4 и выявлена их динамика за 31 год (таблица 3).

Для оценки согласованности между результатами классификации и истинными значениями состояния земельных угодий использовался индекс Каппа (K) (Cohen, 1960), который рассчитывался по формуле (3):

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}, \quad (3)$$

где P_o – доля случаев, когда измерения совпали; P_e – ожидаемая доля случаев случайного совпадения.

Существенные совпадения имеют идеальные значения индекса Каппа более 0,8. На основе сравнения классифицированных результатов и тестовых выборок результаты оценки точности классификации по индексу Каппа приведены в таблице 4.

Из данных таблицы 4 видно, что значение индекса Каппа для всех объектов исследований более 0,8, что свидетельствует о значительной согласованности результатов классификации с истинными значениями.

Многолетние исследования показали, что динамика земельных угодий ООПТ составила 18,6%, 15,0%, 14,8% и 57,0% соответственно в Северо-восточном горном районе, хребтах Хоанльеншон, Чыонгшон и дельтах рек Хонг и Меконг (таблица 3). Лесные угодья в 2019 году занимали 86,7% площади ООПТ. За

последние 30 лет они увеличились на 3,5%, а площадь земель с низкополнотными древостоями сократилась на 2,9%. Площадь водно-болотных угодий сократилась на 0,7%, а земли под строениями и дорогами увеличились на 0,1%. Основная причина такой динамики площадей связана с реализацией правительством Вьетнама мер по сохранению и развитию лесных экосистем. Однако, с 1988 по 2019 год в заповедниках Бинь Чау - Фьюк Быу и Суан Лиен площадь лесов сократилась на 3,4% и 6,2%, а в заказнике Нуй Ба Ра – на 6,7% из-за вырубki насаждений.

3. Разработанная «Программа по прогнозу состояния земельных угодий», основанная на методе клеточных автоматов-цепей Маркова позволяет установить вероятность изменения площадей земель ООПТ по индексу Каппа с точностью 81%

Разработанная «Программа по прогнозу состояния земельных угодий», построена на 2 компонентах: матрицам вероятности и картам пригодности.

Цепь Маркова (Марков А.А., 1906 г.) описывает изменение состояния угодий от одного периода (t) к другому (t+1) путем разработки матрицы вероятности перехода между этими периодами. Цепи Маркова рассчитывались по формуле (4):

$$S_{t+1} = P * S_t \quad (4)$$

где S_t , S_{t+1} – структура земельных угодий; P – матрица вероятность перехода земельных угодий за период исследования. В этих исследованиях матрица P обладает следующими свойствами (5):

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{81} & \dots & p_{88} \end{bmatrix} \quad (0 \leq p_{ij} < 1 \text{ и } \sum_{j=1}^8 p_{ij} = 1, (i, j = 1, 2, \dots, 8)) \quad (5)$$

где p_{ij} – вероятности; i, j – категория земельных угодий.

На основе динамики площадей земельных угодий за исследуемые периоды определены матрицы вероятности перехода земельных угодий ООПТ.

Клеточный автомат – дискретная динамическая система, представляющая собой совокупность земельных квадратов,

размером 30х30 м, одинаково соединенных между собой. Модель клеточных автоматов выражается следующим образом (6):

$$S_{(t+1)} = f(S_{(t)}, N) \quad (6)$$

где S – множество состояний земельных квадратов в карте состояния земель в момент времени t и $t+1$; N – клеточное поле; f – карты пригодности.

На основе природно-пространственных факторов объектов исследований установлены карты пригодности к использованию земельных угодий.

Для оценки точности прогнозной модели проведено сравнение полученных данных с истинными значениями по индексу Каппа. Результаты оценки точности моделирования состояния земельных угодий приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Подтверждение прогнозируемого состояния земельных угодий

Объекты исследования	Индекс Каппа
Национальный парк Ба Бе	0,86
Заповедник Суан Лиен	0,93
Заповедник Донг Най	0,94

Из данных таблицы 5 видно, что значения индекса Каппа на всех объектах исследований более 0,86 доказывают достоверность прогноза состояния угодий охраняемых территорий. С помощью модели клеточных автоматов - цепей Маркова выполнен прогноз состояния земель ООПТ до 2035 года в Северо-восточном горном районе и хребте Чыонгшон, результаты представлены на рисунке 5 и в таблице 6. Блок-схема методики исследований приведена на рисунке 6.

По прогнозу площадь лесов увеличится на 2,2%, водно-болотных угодий на 16% (таблица 6). В то же время площадь лугов и кустарников уменьшится на 31%, а непокрытых растительностью земель – на 44%. Эта тенденция, по нашему мнению, сохранится, если на охраняемых территориях продолжатся меры по сохранению природных ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предлагается использовать данные дистанционного зондирования Земли для мониторинга состояния земель ООПТ Вьетнама при прогнозировании ландшафтов национальных парков Ба Бе, Хоанг Лиен, Кат Тьен, Трам Чим, заповедников Суан Лиен, Донг Най, Бинь Чау - Фьюк Быу и заказника Нуй Ба Ра.

По результатам выполненного исследования сделаны следующие выводы и рекомендации:

1. Изучены при исследованиях виды, географическое расположение и состояние земельных угодий ООПТ Вьетнама с использованием космоснимков Landsat-5,7,8 и Setinel-2A,B за период с 1988 по 2019 год.

2. Определено путем регрессионного анализа влияние природно-пространственных факторов различных географических районов Вьетнама на состояние земель ООПТ. Установлено, что на динамику площадей (195021,5 га) земельных угодий влияют как природные (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почв), так и пространственные (расстояние до государственных дорог страны и жилых районов населенных пунктов) факторы.

3. Усовершенствована методика мониторинга земель ООПТ Вьетнама с использованием многократных данных ДЗЗ, полевых наблюдений, карт землепользований, максимального правдоподобия и клеточных автоматов-цепей Маркова.

4. Разработаны на основе совместных индексов NDVI и NDWI тематические карты земель, растительности, водных объектов в разные годы исследований. Достигнута согласованность данных моделирования и истинных свыше 84%, а по индексу Каппа более 81%. За 20 лет площади лесных земель в парках Ба Бе, Хоанг Лиен, Кат Тьен, Трам Чин и заповеднике Донг Най увеличились соответственно на 1,1, 4,1, 5,4, 28,4 и 4,6% за счет других категорий. В последние годы охраняемые территории получают для охраны ландшафтов финансовую поддержку и трудовые ресурсы от Правительства страны и международных организаций. Однако, в

заповедниках Суан Лиен и Бинь Чау-Фьюк Быу и заказнике Нуй Ба Ра площадь земельных угодий сократилась за 1988 по 2019 годы соответственно на 6,7, 6,2 и 3,4%. Основная причина этому - антропогенное воздействие на природные экосистемы.

5. Разработан алгоритм прогноза состояния земельных угодий ООПТ для расчета на ЭВМ с учетом природно-пространственных факторов. Для прогнозирования использован клеточный автомат-цепи Маркова. Установлено увеличение к 2035 году площади лесных земель на 2102,4 га (2,2%) благодаря усилению охраны лесов и водно-болотных угодий на 414,6 га (16,3%) из-за строительства искусственных водоемов. Увеличение площади лесных экосистем через 15 лет будет способствовать улучшению природных ландшафтов Вьетнама.

6. Предложены администрации ООПТ рекомендации по улучшению состояния земель путем эффективного управления природными ресурсами.

7. Все поставленные задачи по исследованию земель ООПТ решены полностью. Результаты исследований применяются Правительством Вьетнама в качестве данных по мониторингу земель страны, поскольку использована усовершенствованная методика полевых работ с применением ДЗЗ.

8. Автор диссертации предложил методику применения ДЗЗ при мониторинге земель ООПТ, которая в дальнейшем будет совершенствоваться по мере применения новых технических средств с учетом природно-пространственных факторов.

9. Результаты исследования послужили основой национального проекта мониторинга земельных ресурсов Вьетнама и позволят разработать тематические карты динамика площадей земельных угодий на охраняемых землях Вьетнама. Нами планируется продолжить исследования по мониторингу земель остальных ООПТ страны. Полученные данные планируется использовать в учебном процессе студентов двух университетов: Горного университета в г. Санкт-Петербург и Хошиминского университета сельского и лесного хозяйства.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Ковязин, В.Ф. Прогноз состояния растительного покрова лесных угодий заповедника Донг Най Вьетнама / V.F. Kovyazin, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг // Вестник СГУГиТ // Сибирский государственный университет геосистем и технологий. – 2020. – Т.25. – № 3. – С. 214–228.

2. Ковязин, В.Ф. Мониторинг растительного покрова лесных угодий национального парка Хоанг Лиен / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2020. – Т. 64. – № 5. – С. 537–548.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Kovyazin, V.F. Monitoring of forest land use/cover change in Cat Tien national park, Dong Nai province, Vietnam using remote sensing and GIS techniques / V.F. Kovyazin, A.Yu. Romanchikov, Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 817. –pp. 1–9.

4. Kovyazin, V.F. Monitoring of forest land cover change in Binh Chau - Phuoc Buu nature reserve in Vietnam using remote sensing methods and GIS techniques / V.F. Kovyazin, P.M. Demidova, Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung, Nguyen Van Quyet// IOP Conference Series: Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 507. – pp. 1–9.

5. Kovyazin, V.F. Predicting forest land cover changes in Ba Be national park of Vietnam / V.F. Kovyazin, A.Yu. Romanchikov, Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung, Vu Van Hung // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 574. – pp. 1–9.

6. Dang Viet Hung. Forest vegetation cover in Binh Chau - Phuoc Buu nature reserve in southern Vietnam / Dang Viet Hung, Alexander Potokin, Dang Thi Lan Anh, Nguyen Thi Ha, Le Van Son // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – No. 14016. – pp. 1–6.

7. Kovyazin, V.F. Developing land-state maps of Tram Chim National Park in Vietnam based on monitoring results / V.F. Kovyazin, Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung // Geodesy and cartography. – 2020. – Т. 963(9) – pp. 53-64.

8. Dang Thi Lan Anh. Monitoring of forest land cover change in nui Ba Ra protected landscape in Vietnam using remote sensing methods and GIS techniques / Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung, Nguyen Thanh Hung // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 666. – No. 052009. – pp. 1–9.

Публикации в прочих изданиях:

9. Ковязин, В.Ф. Особо охраняемые природные территории Вьетнама / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань// II Международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле и природопользования» (23.11.2018 г.). Тюмень. – 2018. – С. 171–176.

10. Ковязин, В.Ф. Оценка состояния земель природно - культурного заповедника Донгнай Вьетнама / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг// Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью» (02–03.04.2019 г.). Екатеринбург.– 2019. – С. 275–283.

11. Данг Вьет Хунг. Этноботанические исследование лекарственных и пищевых растений коренных народов на территории природно-культурного заповедника «Донг Най», Вьетнам / Данг Вьет Хунг, А.Ф. Потокин, Данг Тхи Лан Ань // II международной научной конференции, посвященной 210- летию со дня рождения Чарльза Дарвина «Этноботанические традиции в агрономии, фармации и садовом дизайне» (03-06.07.2019).Умань. – 2019. – С. 60–64.

12. Ковязин, В.Ф. Мониторинг лесных земель заповедника «Ким Хи» Вьетнама с использованием ГИС–Технологий / Ковязин В.Ф., Данг Тхи Лан Ань // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 3. – С. 95–102.

13. Ковязин, В.Ф. Состояние земельных угодий ООПТ Вьетнама в начале XXI веке / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг // V научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского». Симферополь. – 2019. – С. 192–194.

14. Данг Вьет Хунг. Мониторинг растительности заповедника «Донг Най» с применением ГИС – технологий (Вьетнам) / Данг Вьет Хунг, Данг Тхи Лан Ань, А.Ф. Потокин // III Международная молодёжная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лесного хозяйства» (06–08.11.2019 г.) Санкт-Петербург. – 2019. – С. 80–83.

15. Ковязин, В.Ф. Применение космоснимков для проведения мониторинга земель ООПТ Вьетнама / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг // Всероссийская научно-практическая конференция «Управление земельно-имущественным комплексом в условиях цифровизации агропромышленного производства» (04–05.10.2019 г.). Пермь. – 2020. – С. 106–108.

16. Ковязин, В.Ф. Исследование индекс NDVI для рассматривания растительности в памятнике природы Шан Чим – Дам Дои Вьетнама / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань // VII Международная научно-практическая конференция (20 декабря 2019 г.). Екатеринбург. – 2020. – С. 75–77.

17. Ковязин, В.Ф. Мониторинг растительного покрова земельных угодий заказника Нуй Ба Ра Вьетнама / В.Ф. Ковязин, Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг // II Международная научно-практическая конференция «Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития» (26.03.2020 г.). Омск. – 2020. – С. 208–214.

18. Данг Тхи Лан Ань. Динамика растительности покрова угодий особо охраняемых природных территориях Вьетнама / Данг Тхи Лан Ань // Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2020» (10–27.11.2020 г.). Москва. – 2020. – С. 1–2.

Свидетельство:

19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613898 Российская Федерация. Программа по прогнозу состояния земельных угодий / Данг Тхи Лан Ань, И.И. Рагузин, В.Ф. Ковязин; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – № 2021612683; опубл. 16.03.2021.

Таблица 1 – Природные условия и их значения по географическим районам Вьетнама

Природные условия и их уровни		Географические районы			
		Северо-восточный горный	Хребет Хоанлье-нион	Хребет Чыонг-шон	Дельта рек Хонг и Меконг
Высота над уровнем моря, м	< 300	44,8	9,6	50,6	99,6
	300-1000	22,9	60,6	41,7	0,4
	1000-1500	20,7	24,0	6,5	-
	> 1500	11,6	5,8	1,2	-
Уклон местности, град	< 15	5,3	4,0	21,8	98,7
	15° – 25	7,3	6,4	16,6	1,3
	25° – 35	11,7	19,6	31,0	-
	> 35	75,7	70,0	30,6	-
Мощность почвенного горизонта, см	> 100	20,9	28,8	36,8	28,1
	50 – 100	23,0	45,4	25,9	57,3
	< 50	56,1	25,8	37,3	14,6
Гранулометрический состав почв, %	суглинистые	49,9	41,5	20,5	96,3
	глинистые	4,0	12,1	64,3	2,7
	песчаные	31,9	43,0	15,2	1,0
	гравийная	14,3	3,4	-	-
Среднее количество осадков, мм		1800	2000	2600	2400
Средняя температура, °C		23	24	25	26
Продолжительность вегетационного периода, дни		270	270	240	180
Радиационный баланс в тепловых единицах, кВтч/м²/сутки		3,3 – 4,1	4,1 – 4,9	4,9 – 5,2	4,3 – 4,9

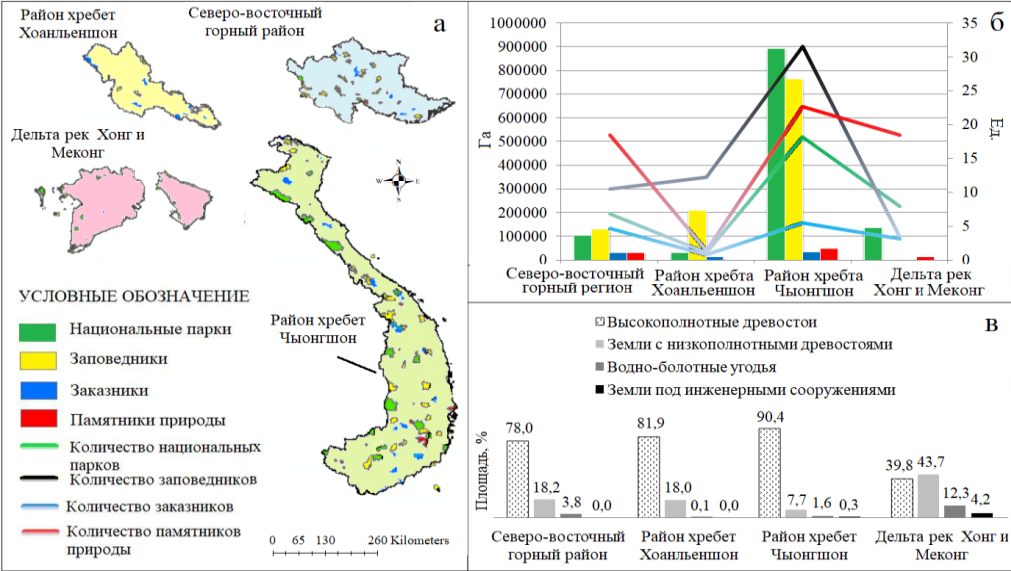


Рисунок 1 – Краткие сведения о землях ООПТ по географическим районам Вьетнама: а) схема местонахождения географических районов Вьетнама; б) количества и площадь земель ООПТ; в) их структура

Таблица 2 – Корреляционный анализ оценки природно-пространственных факторов, влияющих на состояние земельных угодий ООПТ разных географических районов Вьетнама

Для северо-восточного горного района

№	Название фактора	Связь фактора с земельными угодьями	Коэффициенты		Значимость (+), незначимость (-) фактора
			R ²	D	
1	Высота над уровнем моря (x ₁), м	Y _a = 0,0269x ₁ + 64,274 Y _b = -0,0155 x ₁ + 25,541	0,62 0,74	+0,78 -0,86	+ +
2	Уклон местности (0°≤x ₂ ≤90°)	Y _a = 0,3406x ₂ + 66,801 Y _b = -0,239x ₂ + 26,2	0,82 0,92	+0,91 -0,96	+ +
3	Гранулометрический состав почв (x ₃) (Значения почвы x ₃ : песчаные – x ₃ =1; суглинистые, x ₃ =2; глинистые – x ₃ =3)	Y _a = -6,95x ₃ + 93,738 Y _b = 4,1524x ₃ + 8,5933	0,98 0,96	-0,99 +0,97	+ +
4	Расстояние до государственных дорог страны (0 м ≤ x ₄)	Y _a = 0,0047x ₄ + 69,339 Y _b = -0,0033x ₄ + 23,409	0,95 0,89	+0,97 -0,95	+ +
5	Расстояние до жилых районов населенных пунктов (0 м ≤ x ₅)	Y _a = 0,0262x ₅ + 63,705 Y _b = -0,0213 x ₅ + 27,619	0,96 0,81	+0,98 -0,90	+ +
6	Средняя температура (x ₆), °C	Y _a = -0,5857x ₆ + 86,636 Y _b = 0,6429x ₆ + 8,5071	0,01 0,01	-0,09 +0,09	- -
7	Среднее годовое количество осадков (x ₇), мм	Y _a = -0,55x ₇ + 789,43 Y _b = 0,55x ₇ - 693,1	0,01 0,01	-0,10 +0,10	- -
8	Продолжительность вегетационного периода (x ₈)	Y _a = -0,1959 x ₈ + 126,48 Y _b = 0,1992 x ₈ - 31,016	0,03 0,02	-0,17 +0,16	- -
9	Радиационный баланс-приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах (x ₉) (кВтч / м² / сутки)	Y _a = -5,8571x ₉ + 100,11 Y _b = 6,4286 x ₉ - 6,2786	0,01 0,01	-0,09 +0,09	- -

Для дельты реки Меконг

№	Название фактора	Связь фактора с земельными угодьями	Коэффициенты		Значимость (+), незначимость (-) фактора
			R ²	D	
1	Высота над уровнем моря, м	Y _a = 2,4135x ₁ + 27,155 Y _b = -1,731 x ₁ + 52,669	0,86 0,89	+0,93 -0,94	+ +
2	Уклон местности (0°≤x ₂ ≤90°)	Y _a = -0,52 x ₂ + 41,605 Y _b = 0,2773 x ₂ + 43,934	0,83 0,81	-0,91 +0,90	+ +
3	Гранулометрический состав почв (x ₃) (Значения почвы x ₃ : песчаные – x ₃ =1; суглинистые, x ₃ =2; глинистые – x ₃ =3)	Y _a = -7,0537 x ₃ + 33,657 Y _b = 8,9885 x ₃ + 24,987	0,71 0,84	-0,84 +0,92	+ +
4	Расстояние до государственных дорог страны (0 м ≤ x ₄)	Y _a = -0,0062 x ₄ + 44,576 Y _b = 0,0065 x ₄ + 31,055	0,51 0,53	-0,70 +0,73	+ +
5	Расстояние до жилых районов населенных пунктов (0 м ≤ x ₅)	Y _a = -0,003 x ₅ + 45,806 Y _b = 0,0009 x ₅ + 35,483	0,57 0,62	-0,75 +0,79	+ +
6	Средняя температура (x ₆), °C	Y _a = 4,5714 x ₆ - 32,243 Y _b = -4,5 x ₆ + 129,55	0,06 0,04	+0,25 -0,21	- -
7	Среднее годовое количество осадков (x ₇), мм	Y _a = 0,0286 x ₇ + 36,748 Y _b = -0,0271 x ₇ + 59,771	0,03 0,02	+0,16 -0,15	- -
8	Продолжительность вегетационного периода (x ₈)	Y _a = -1,1 x ₈ + 218,13 Y _b = -0,275 x ₈ + 81,983	0,02 0,01	-0,10 -0,01	- -
9	Радиационный баланс-приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах (x ₉) (кВтч/м²/сутки)	Y _a = -52,143x ₉ + 274,6 Y _b = 131,89x ₉ - 595,03	0,03 0,02	-0,18 +0,16	- -

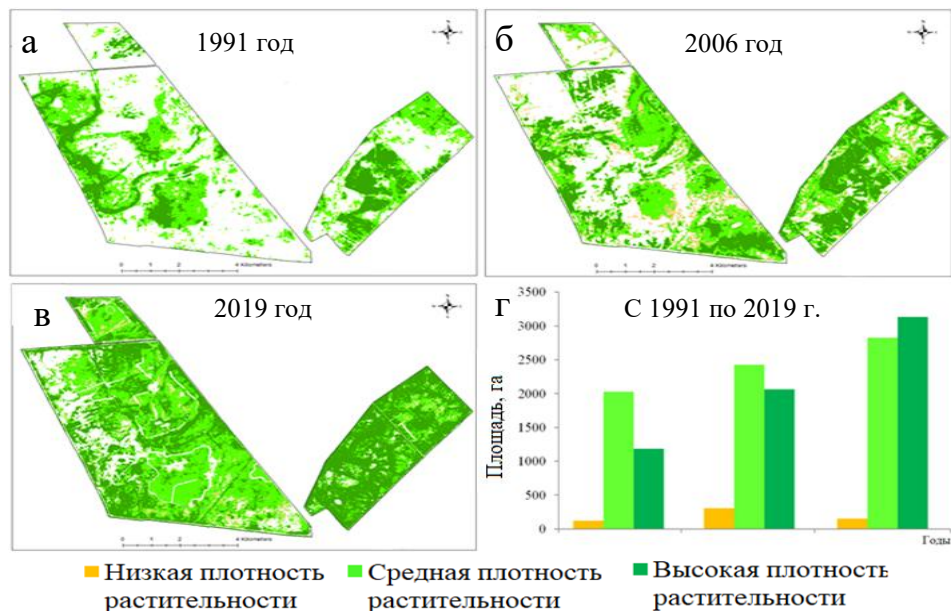


Рисунок 2 – Растительность в парке Трам Чим по категориям плотности: а-в) карты; г) динамика площадей

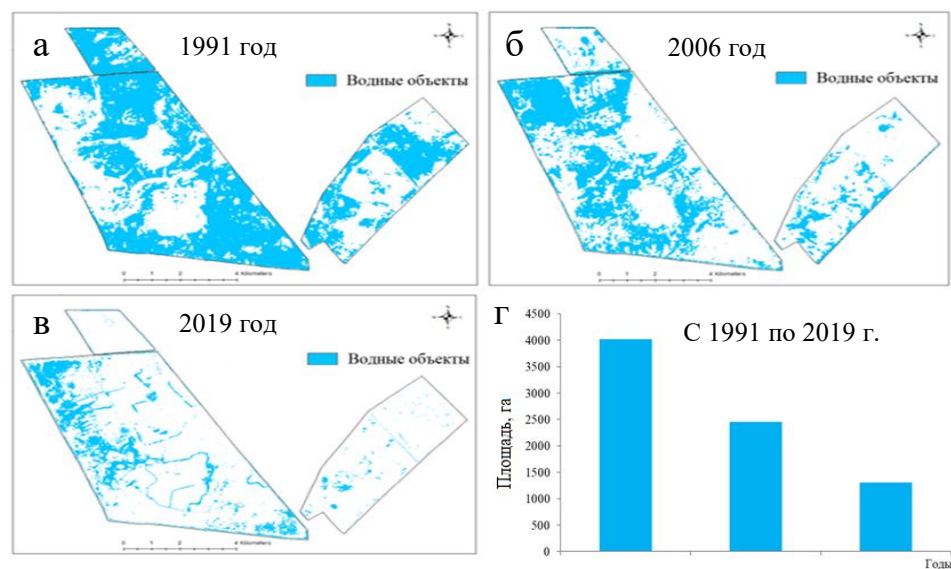


Рисунок 3 – Водные объекты в парке Трам Чим по категориям плотности: а-в) карты; г) динамика площадей

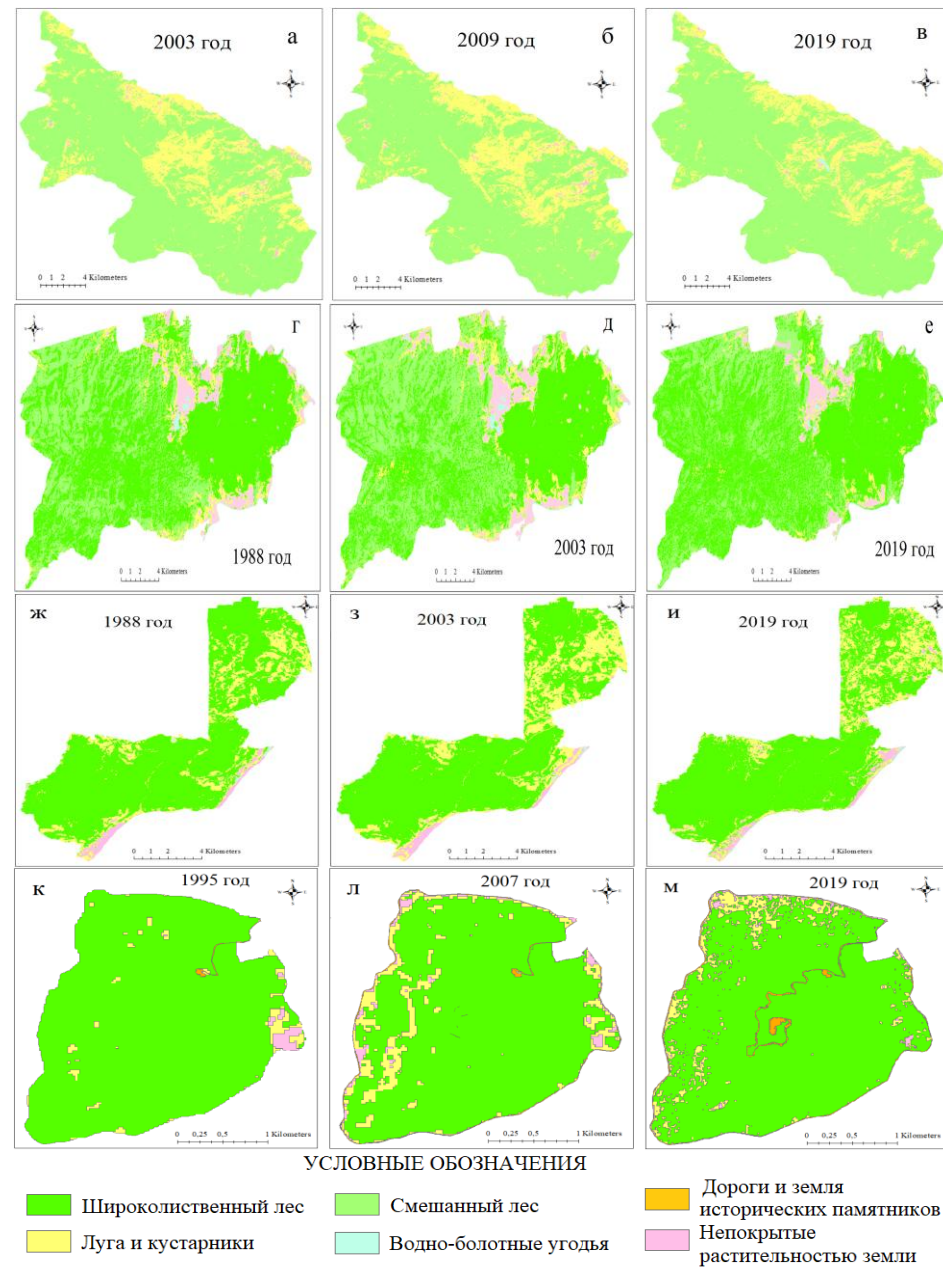


Рисунок 4 – Карта земельных угодий в разные годы исследований: а-в) национального парка ХоангЛиен; г-е) национального парка Кат Тьен; ж-и) заповедника Бинь Чау-Фьюк Быу; к-м) заказника Нуй Ба Ра

Таблица 3 – Динамика земельных угодий по категориям растительности ООПТ

Район Вьетнама	Категории земельных угодий	Площадь земель по категориям				Площадь земель в 1988 году по сравнению с 2019 г.	
		1988 г.		2019 г.		1988 г.	
		га	%	га	%	га	%
Северо- восточный горный район	Широколиственный лес	20934,7	84,4	22074,3	89	+1139,6	+5,4
	Луга и кустарники	2937,9	11,8	2108,7	8,5	-829,2	-28,2
	Непокрытые растительностью земли	552,3	2,2	225,0	0,9	-327,3	-59,3
	Водно-болотные угодья	371,5	1,5	388,4	1,6	+16,9	+4,5
	Итого	24796,4	100	24796,4	100	0,0	-
Район хребта Хоаньлешон	Смешанные леса	22189,0	77,8	23348,2	81,9	+1159,2	+5,2
	Луга и кустарники	4787,7	16,8	3564,9	12,5	-1222,8	-25,5
	Рисовые поля	1169,2	4,1	1333,2	4,7	+164,0	+14,0
	Непокрытые растительностью земли	363,1	1,3	235,3	0,8	-127,8	-35,2
	Водно-болотные угодья	0	0	27,4	0,1	+27,4	+100
	Итого	28509,0	100	28509,0	100	0,0	-
Район хребта Чыонгшон	Широколиственный лес	119790,6	80,3	123013,7	82,5	+3223,1	+2,7
	Смешанный лес	11590,4	7,8	11923,9	8,0	+333,5	+2,9
	Луга и кустарники	12772,5	8,6	8899,4	6,0	-3873,1	-30,3
	Непокрытые растительностью земли	3822,3	2,6	2536	1,7	-1286,3	-33,7
	Водно-болотные угодья	915,7	0,6	2355,2	1,6	+1439,5	+157,2
	Дороги и земля исторических памятников	260	0,2	423,3	0,3	+163,3	+62,8
	Итого	149151,5	100	149151,5	100	0,0	-
Дельта рек Хонг и Меконг	Мелалеуковые леса	833,3	11,4	2909,2	39,8	+2075,9	+249,1
	Луга	2112,5	28,9	2940,9	40,2	+828,4	+39,2
	Непокрытые растительностью земли	284,0	3,9	256,9	3,5	-27,1	-9,5
	Водно-болотные угодья	3805,5	52,0	896,5	12,3	-2909	-76,4
	Осушительные каналы	277,7	3,8	309,5	4,2	+31,8	+11,5
	Итого	7313,0	100	7313,0	100	0,0	-
Страна	Всего земель	195021,5	-	195021,5	-	-	-

Таблица 4 – Результаты оценки точности классификации снимков

Объекты исследования	Год	Индекс Каппа	Объекты исследования	Год	Индекс Каппа
Национальный парк Кат Тьен	1988	0,84	Национальный парк Хоанг Лиен	2003	0,84
	2003	0,89		2009	0,86
	2019	0,91		2019	0,92
Национальный парк Ба Бе	1992	0,85	Заповедник Бинь Чау - Фыок Быу	1988	0,86
	2003	0,88		2003	0,89
	2019	0,94		2019	0,92
Заповедник Суан Лиен	2000	0,87	Заказник Нуй Ба Ра	1995	0,84
	2010	0,87		2007	0,86
	2020	0,90		2019	0,92
Заповедник Донг Най	2003	0,85	Национальный парк Трам Чим	1991	0,81
	2011	0,89		2006	0,88
	2019	0,92		2019	0,95

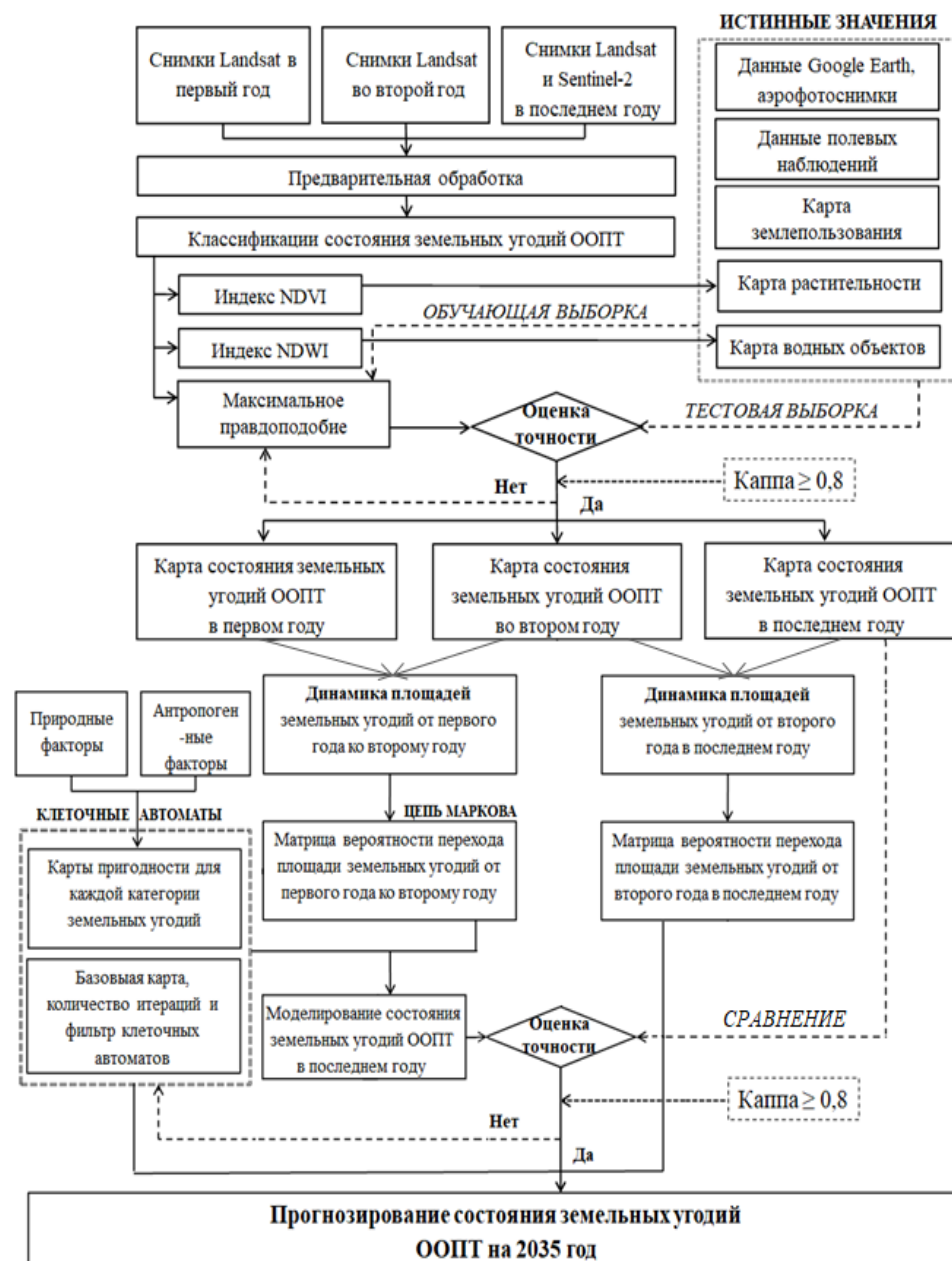


Рисунок 6 – Блок-схема методики исследований

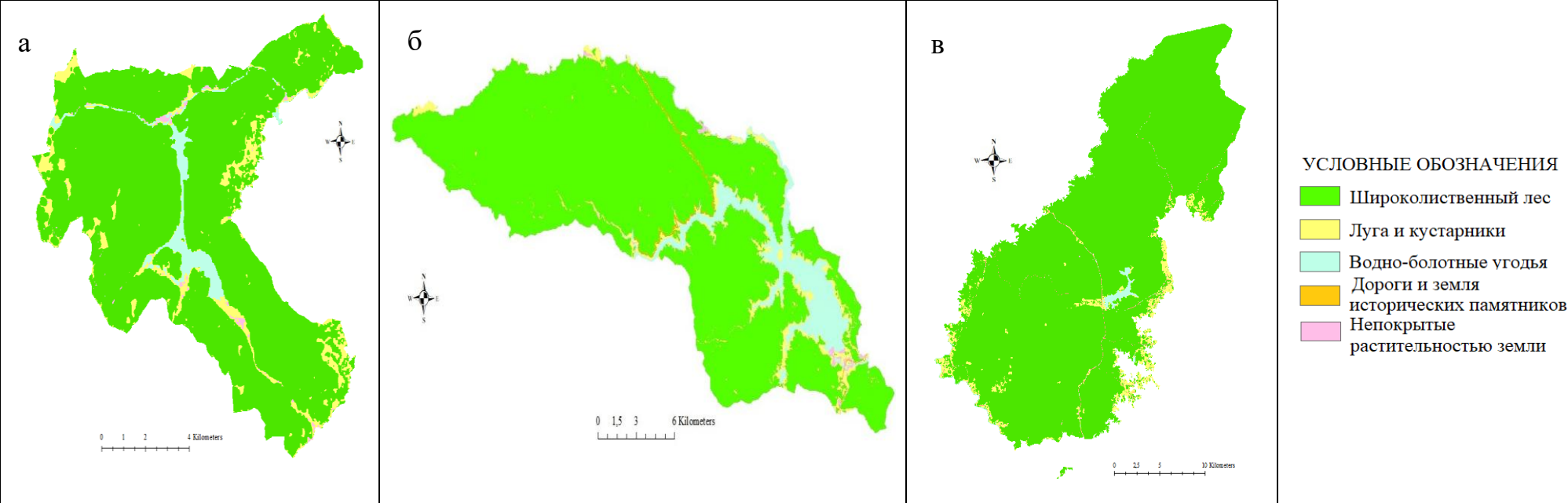


Рисунок 5 – Карты прогноза состояния земельных угодий до 2035 года: а) в национальном парке Ба Бе; б) в заповеднике Суан Лиен; в) в заповеднике Донг Най

Таблица 6 – Динамика площадей земельных угодий объектов исследований по категориям за период наблюдения и прогноз к 2035 году

Район Вьетнама	ООПТ	Категории земельных угодий	2019 год		2035 год		Изменения за будущий 15 - летний период	
			га	%	га	%	га	%
Северо-восточный горный район	Национальный парк Ба Бе	Широколиственные леса	7836,1	78,0	8806,1	87,6	970,0	12,4
		Луга и кустарники	1747,9	17,4	782,9	7,8	-965,0	-55,2
		Непокрытые растительностью земли	75,6	0,8	64,1	0,6	-11,5	-15,2
		Водно-болотные угодья	388,4	3,9	394,9	3,9	6,5	1,7
		Итого	10048,0	100,0	10048,0	100,0	0,0	-
Район хребта Чыонгшон	Заповедник Суан Лиен	Широколиственные леса	23830,9	86,2	23872,6	86,3	41,7	0,2
		Луга и кустарники	1362,6	4,9	1312,7	4,7	-49,9	-3,7
		Непокрытые растительностью земли	518,8	1,9	255,0	0,9	-263,8	-50,8
		Водно-болотные угодья	1785,7	6,5	2057,7	7,4	272,0	15,2
		Дороги	150,2	0,5	150,2	0,5	0,0	0,0
		Итого	27648,2	100,0	27648,2	100,0	0,0	-
	Заповедник Донг Най	Широколиственные леса	63693,0	93,3	64783,7	94,8	1090,7	1,7
		Луга и кустарники	3792,3	5,6	2634,6	3,9	-1157,7	-30,5
		Непокрытые растительностью земли	185,8	0,3	116,6	0,2	-69,1	-37,2
		Водно-болотные угодья	374,0	0,5	510,1	0,7	136,1	36,4
		Дороги	258,2	0,4	258,2	0,4	0,0	0,0
		Итого	68303,3	100,0	68303,3	100,0	0,0	-