

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Ковязин В.Ф.

Санкт-Петербург – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ВИДЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВЬЕТНАМА И ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В НИХ.....	10
1.1 Виды особо охраняемых природных территорий Вьетнама	10
1.2 Классификация земельных угодий ООПТ Вьетнама	13
1.3 Особенности мониторинга земельных угодий ООПТ Вьетнама	17
1.4 Состояние земельных угодий ООПТ Вьетнама.....	23
1.5 Выводы по главе 1	24
ГЛАВА 2 РОЛЬ ПРИРОДНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ВЬЕТНАМА НА ДИНАМИКУ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕМЕЛЬ ООПТ.....	26
2.1 Роль природных факторов на динамику площадей земель	26
2.2 Динамика количества и площади ООПТ по географическим районам Вьетнама.....	32
2.3 Корреляционный анализ оценки факторов, влияющих на динамику площадей земель ООПТ различных районов Вьетнама.....	33
2.4 Выводы по главе 2.....	37
ГЛАВА 3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	38
3.1 Объекты исследований	38
3.2 Материалы и методика исследований.....	47
3.3 Выводы по главе 3	60
ГЛАВА 4 МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ООПТ ВЬЕТНАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	62
4.1 Мониторинг состояния земель ООПТ в Северо-Восточном горном районе Вьетнама.....	62
4.2 Мониторинг состояния земель ООПТ в районе хребта Хоанльеншон	67
4.3 Мониторинг состояния земель ООПТ в районе хребта Чыонгшон.....	72
4.4 Мониторинг состояния земель ООПТ в дельте рек Хонг и Меконг	95
4.5 Мониторинг состояния земель ООПТ Вьетнама	101

4.6 Выводы по главе 4.....	107
ГЛАВА 5 ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ООПТ ВЬЕТНАМА К 2035 ГОДУ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УЛУЧШЕНИЮ.....	112
5.1 Прогноз состояния земель ООПТ Вьетнама	112
5.2 Рекомендации по улучшению состояния земель ООПТ	116
5.3 Выводы по главе 5.....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ А Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.....	144

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Социалистическая Республика Вьетнам – одна из 16 стран мира с самым высоким биологическим и ландшафтным разнообразием природы, благодаря развитию особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [101]. В настоящее время общая площадь ООПТ Вьетнама составляет 2451754,1 га или 7,4% от общей площади страны [13]. 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 имеют ограничения по точности, времени и стоимости проведения по причине горного рельефа [27]. 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) [43], что позволит эффективно оценивать состояние земельных угодий и совершенствовать управление земельными ресурсами страны [101]. Исследования этим методом проводились вьетнамскими и зарубежными учеными, 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 определенных 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 с 1988 по 2019 год. Прогнозы земель ООПТ до 2035 года составлены с учетом влияния природно-антропогенных 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 земельных угодий ООПТ Вьетнама для прогнозирования состояния ландшафтов с использованием ДЗЗ является актуальной.

Степень разработанности проблемы.

Исследованию динамики и прогнозу состояния земельных угодий 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 земельных угодий (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.

Задачи исследований:

1. Изучить виды ООПТ, их географическое расположение, состояние земельных угодий и особенности применения 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 улучшению состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама для эффективного управления природными ресурсами.

Научная новизна работы заключается:

1. Выявлена роль природно-пространственных факторов, влияющих 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 результатов:

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 (бакалавры) и 21.04.02 (магистры).

Методология и методы исследований. 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-2A,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. 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%.

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 диссертационной работы. 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.

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 таблицы, список литературы из 154 наименований.

Благодарность. Автор работы благодарит профессорско-преподавательский состав кафедры инженерной геодезии Горного университета за консультации и помощь в проведении научных исследований. Особую признательность выражает научному руководителю, доктору биологических наук, профессору В.Ф. Ковязину за поддержку и помощь на всех этапах исследований.

ГЛАВА 1 ВИДЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВЬЕТНАМА И ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В НИХ

1.1 Виды особо охраняемых природных территорий Вьетнама

Социалистическая Республика Вьетнам – государство в Юго-Восточной Азии, площадью 331,2 тыс. км² [47]. На западе Вьетнам граничит с Лаосом и Камбоджей, на севере - с Китаем, с востока и юга омывается волнами Южно-Китайского моря (рисунок 1.1). Морская часть территории Вьетнама состоит из 3000 больших и малых островов и включает два прибрежных острова - Хоангша и Чыонгша.

В силу большой протяжённости страны с севера на юг, климатические условия на её территории различаются. Более трёх четвертей наземной территории Вьетнама занимают низкие и средневысотные горы. Из-за разнообразия типов ландшафтов дельты реки существует множество экосистем, таких как: луга, внутренние водно-болотные угодья, песчаные дюны, прибрежные аллювиальные пляжи, эстуарии, морская трава, коралловые рифы и глубоководные части моря. Благодаря различию в природно-экономических факторах

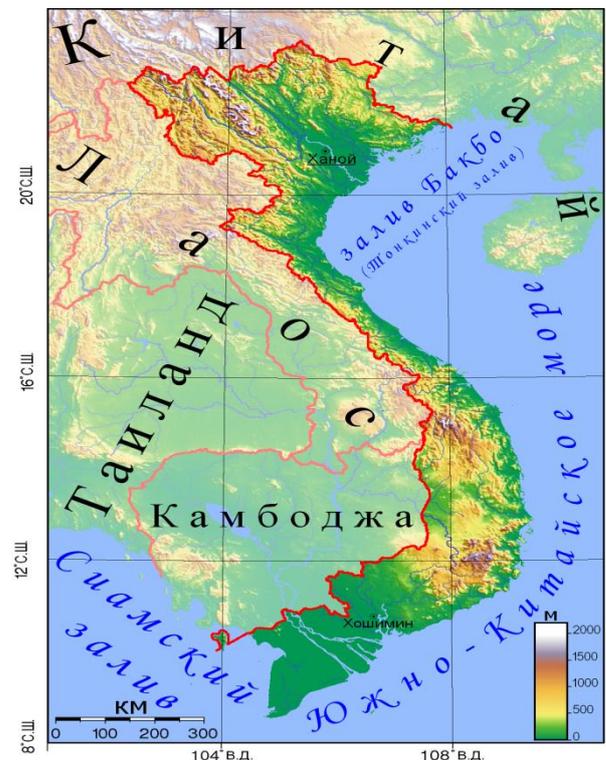


Рисунок 1.1 – Местонахождение Вьетнама на карте мира

регионов, Вьетнам является страной с высоким биоразнообразием природы. По биоразнообразию ландшафты Вьетнама занимают 16 место в мире [101]. Благодаря Правительству страны, с 1962 года система ООПТ стала интенсивно расширяться и насчитывает в настоящее время 166 объектов, неравномерно распределенных по 4 географическим районам страны.

В настоящее время на планете функционирует 209 тыс. ООПТ, общей площадью 30 млн. км², что составляет чуть более 10% всей территории мира, для них характерно разнообразие форм и видов требует классификации.

Из наиболее признанной является классификация Международного союза охраны природы (МСОП). Термин ООПТ введен также МСОП. ООПТ – это участки суши или моря, которые служат для охраны биологического разнообразия природных и культурных ресурсов. Эти участки земли управляются особыми правовыми инструментами и другими эффективными формами. Иными словами, на этих землях, ради сохранения природных свойств и характеристик, природопользование и управление экосистемами регламентируется специальными нормативными актами Правительства страны. МСОП в 1979 году ввёл, а в 1994 году усовершенствовал систему классификации ООПТ. По этой системе ООПТ земного шара классифицируют на 6 категорий по целям создания и управления территориями (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Система категорий ООПТ по классификации МСОП 1994 года

Категория	Статус ООПТ		Цель создания ООПТ
	по - английски	по - русски	
Ia	Strict Nature Reserve	Заповедники дикой природы	Научно-исследовательские и охранные мероприятия
Ib	Wilderness Area	Охраняемые участки дикой природы	
II	Natural Park	Национальный парк	Охрана природных экосистем и рекреационная деятельность
III	Natural Monument	Памятники природы	Охрана уникальных природных комплексов
IV	Habitat/Species Management Area	Заказники	Сохранение отдельных видов или целых экосистем
V	Protected Landscape/Seascape	Охраняемые ландшафты	Сохранение естественных и рекреационных ландшафтов
VI	Management Resource Protected Area	Охраняемые территории со специальными режимами ведения хозяйства	Устойчивое развитие экосистем, постоянное и непрерывное пользование природными ресурсами

Большинство ООПТ мира является категориями: национальные парки (II), заказники (IV) и охраняемые территории и со специальными режимами ведения хозяйства (VI).

Во Вьетнаме первый национальный «парк Кук Фьонг» учрежден в 1962 году [13], а с 1987 года количество и площадь ООПТ страны стали существенно увеличиваться, благодаря эффективной экологической политике Правительства страны. Для государственного управления биоразнообразием экосистем ООПТ Вьетнама, принят Национальным собранием страны № 20/2008/QН12 от 13.11.2008 г. "Закон о

биологическом разнообразии". В этом документе впервые дано определение ООПТ. «ООПТ - это географическая область, которая имеет границы и функционально связана с сохранением биологического разнообразия видов растений и животных» [7]. Таким образом, ООПТ являются местом сохранения особо ценных участков природы, уникальных и типичных экосистем, генетических ресурсов растительных и животных видов, защита исторических, культурных и сценических объектов, и служат интересам нации. Согласно закону сохранения и развития лесов Вьетнама № 29/2004/QN11, принятого Национальным собранием страны от 03.12.2004 г., земельные угодья ООПТ - это земли, покрытые и непокрытые лесом, земли с водной гладью, прибрежные районы и острова, а также водные объекты, расположенные в границах ООПТ [8].

МСОП выделяет шесть категорий ООПТ (таблица 1.1), но не все государства пользуются этой классификацией, многие страны создают свою национальную систему. Вьетнам, одна из стран, которая разработала свою упрощенную схему ООПТ (рисунок 1.2).

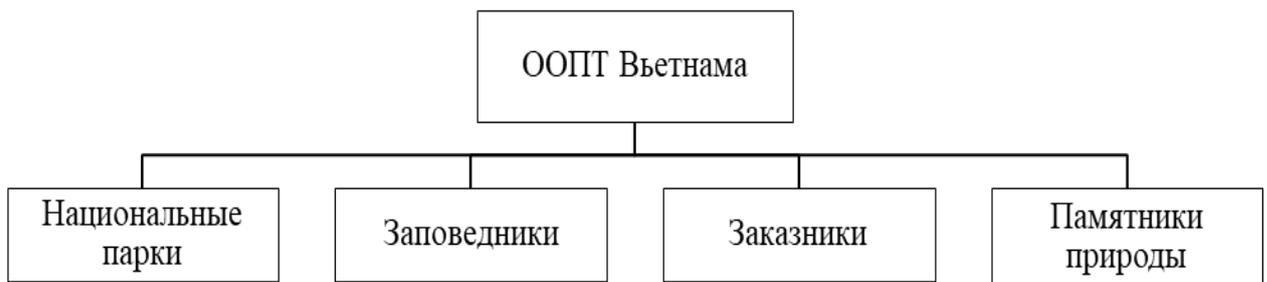


Рисунок 1.2 – Виды ООПТ Вьетнама

Критериями при установлении категории ООПТ Вьетнама являются [7]:

А. Наличие естественной природной экосистемы, которая выполняет важную международную и национальную деятельность и представляет типичную естественную экологическую территорию;

Б. ООПТ являются средой обитания хотя бы одного ценного или редкого вида растений или животных, находящегося под угрозой исчезновения и требуется его защита;

В. ООПТ имеет особое значение в области исследований науки и образования;

Г. ООПТ является природным ландшафтом, уникальной красоты и ценного экотуризма.

Критерии установления категорий охраняемых территорий Вьетнама приведены на таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Критерии установления категорий охраняемых территорий Вьетнама [7]

Категории ООПТ	Критерии				Эквивалент классификации МСОП
	А	Б	В	Г	
Национальные парки	А	Б	В	Г	II
Заповедники	А	–	В	–	I, IV
Заказники	–	Б	–	Г	III
Памятники природы	–	–	В	Г	–

Примечание: (–) – Критерии отсутствуют.

ООПТ Вьетнама подразделяются на национальный и провинциальный уровни. Все национальные парки Вьетнама отнесены к национальному уровню, а остальные категории ООПТ разделяют на один из двух уровней: национальный или провинциальный. Количество и площадь ООПТ Вьетнама на национальном и провинциальном уровнях показаны в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Количество и площадь ООПТ Вьетнама национального и провинциального уровней в 2015 году [129]

Категории ООПТ	Количество		Площадь		Количество		Площадь	
	штук	%	га	%	штук	%	га	%
	Национальный уровень				Провинциальный уровень			
Национальные парки	31	36,5	1190374,2	57,3	-	-	-	-
Заповедники	46	54,1	849559,9	40,9	18	22,2	236365,8	63,2
Заказники	3	3,5	29014,0	1,4	13	16,0	51312,2	13,7
Памятники природы	5	5,9	8885,3	0,4	50	61,7	86243,2	23,1
Итого	85	100	2077833,4	100	81	100	373921,2	100

Из данных таблицы 1.3. видно, что на долю ООПТ национального значения приходится 51% (85 штук) от общего числа ООПТ и 84% (2077833,4 га) от суммарной площади, а на ООПТ провинциального уровня соответственно 49% (81 штука) и 16% (373921,2 га) площади. На всех категориях ООПТ и уровнях управления ими имеются земельные угодья, покрытые древесно-кустарниковой растительность (лесами). Система лесных ООПТ во Вьетнаме подвержена интенсивному восстановлению.

1.2 Классификация земельных угодий ООПТ Вьетнама

Классификация земельных угодий ООПТ является ключевым вопросом в политике управления земельными ресурсами в различных странах мира. Это является актуальным и для Социалистической Республики Вьетнам, одной из стран мира с высоким биоразнообразием растительного и животного мира, благодаря своеобразной национальной системе ООПТ. Для эффективного и устойчивого сохранения окружающей среды и биоразнообразия природы Вьетнама необходимо провести

классификацию земельных угодий ООПТ. Классификация угодий - основа для статистики, инвентаризации, оценки динамики состояния земель и корректировки Правительством земельной политики в будущем.

Необходимость классификации земель страны упоминается в «Положении о статистике, инвентаризации земель и картографировании землепользований» № 27/2018/ТТ-ВТНМТ», принятого Министерством природных ресурсов и экологии Вьетнама от 14.12.2018 г. [130]. Классификация земель согласно данному положению представлена на рисунке 1.3.

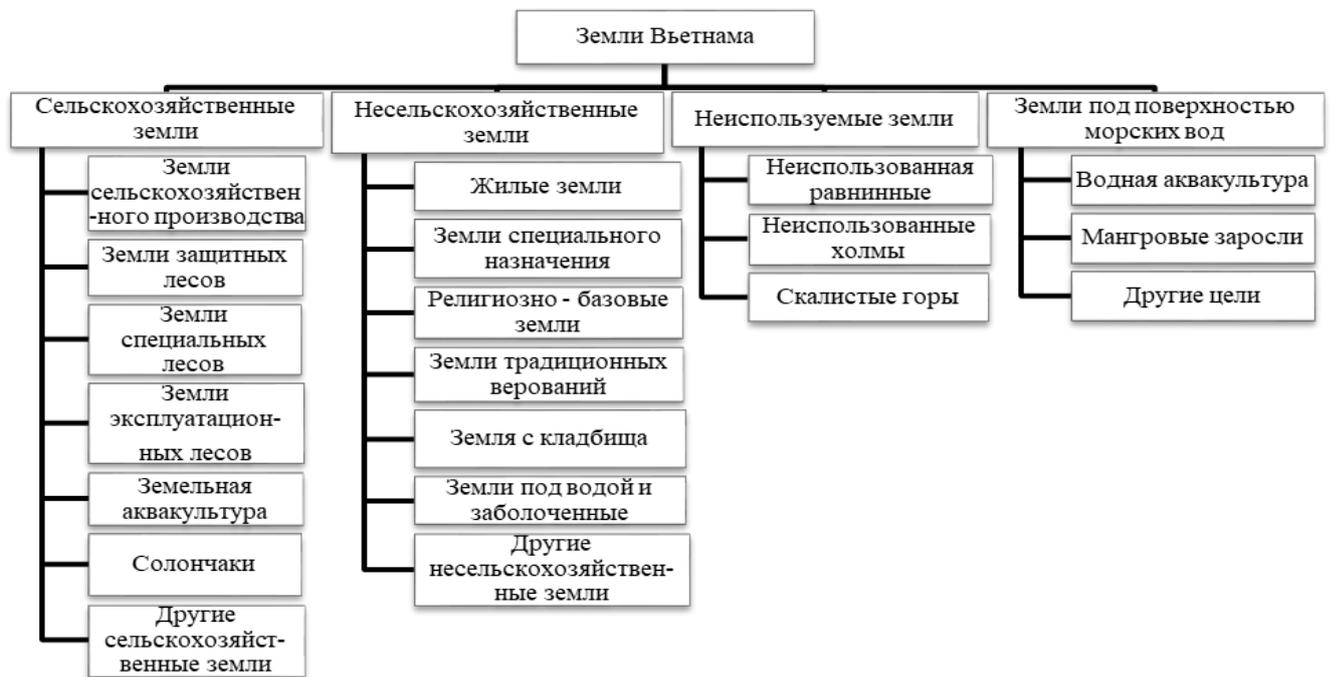


Рисунок 1.3 – Классификация земель по «Положению о статистике, инвентаризации земель и картографировании землепользований» 2018 г. [130]

Земельные угодья ООПТ Вьетнам нуждаются в классификации в соответствии с национальной классификацией земель. На основании Правительственного документа «Положения о статистике, инвентаризации земель и картографировании землепользовании», нами приведена классификация земельных угодий ООПТ (рисунок 1.4).

Из рисунка 1.4 видно, что лесные земли ООПТ включают земли, занятые защитными, специальными лесами и земли под поверхностью морских вод (мангровые леса) и нелесные земли: под водой и заболоченные, под строительство дорог и неиспользованная равнина. Земли защитных лесов предназначены для регулирования уровня воды и ограничения наводнений, предотвращения ветра и песка для защиты

жилых районов и производственных зданий, для предотвращения воздействия прибрежных волн, для защиты и устойчивого развития водных ресурсов, регулирования климата, в сочетании с туризмом и отдыхом.



Рисунок 1.4 – Классификация земель ООПТ Вьетнама согласно «Положения о статистике, инвентаризации земель и картографировании землепользовании», 2018 г.

[130]

Земли специальных лесов предназначены для сохранения природы и биоразнообразия, для защиты исторических и культурных реликвий, знаменитых ландшафтов, охраны окружающей среды, проведения научных исследований.

Земли под поверхностью морских вод и для других целей - это акватории, используемые в качестве мест купания, морского туризма, стоянки судов, мест для разведки, разработки и переработки морских полезных ископаемых.

Большая часть земельных угодий ООПТ – это лесные и нелесные земли. Покрытые лесом земли на ООПТ составляют 2106051,0 га или 88,53% от общей площади охраняемых территорий с различными типами леса. Поэтому, согласно Указанию Премьер-министра Вьетнама «Детализация выполнения ряда статей Закона о лесном хозяйстве» № 156/2018/НД-СР, от 16.11.2018 г. [65] добавлена классификация лесных угодий ООПТ (рисунок 1.5) для обеспечения их национальной инвентаризации.

Из данных рисунка 1.5 видно, что лесные угодья ООПТ Вьетнама разделяются на две категории: лесные и нелесные земли по их функциональному назначению.

Для ресурсно-экологического районирования лесов Вьетнама Министерством сельского хозяйства и развития сельских районов предложен «Справочник по лесному хозяйству» (2006) [73], в котором приведена система классификации естественных лесов на основе типичных природных экосистем страны. В настоящее время эта система

широко используется в лесном хозяйстве страны. Эта система является одной из основ для разработки классификации состояния земельных угодий ООПТ во Вьетнаме.

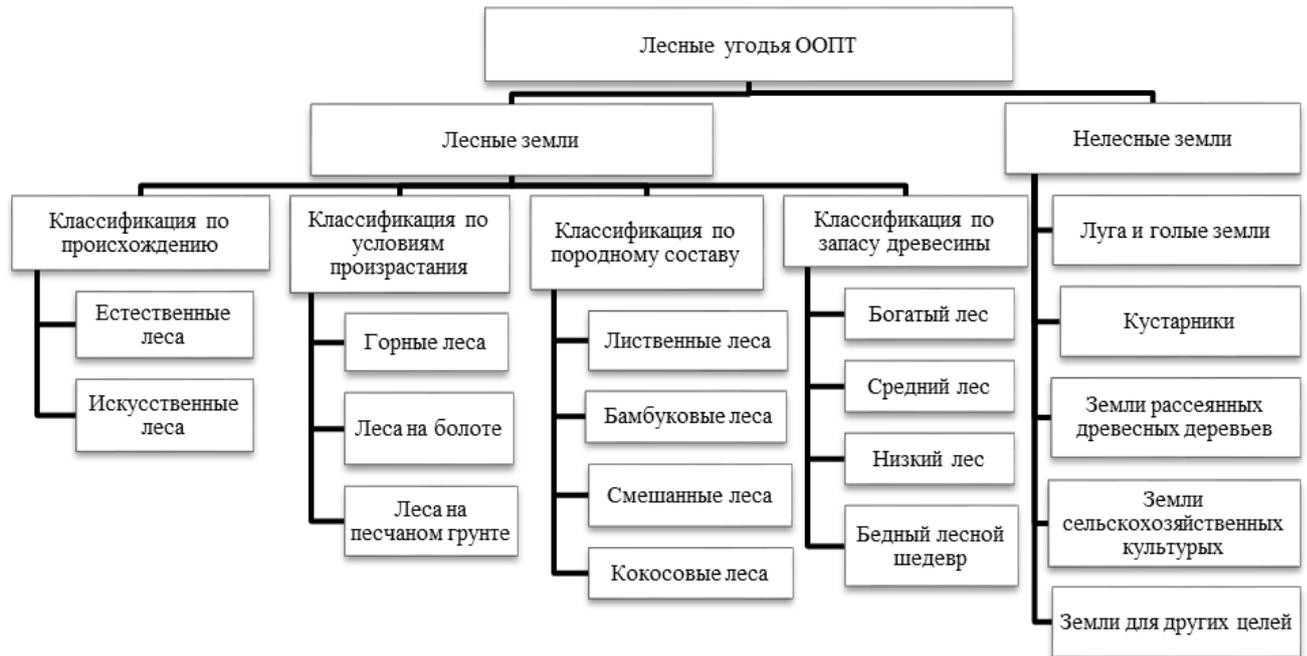


Рисунок 1.5 – Классификация лесных угодий ООПТ Вьетнама по Указанию «Детализация выполнения ряда статей Закона о лесном хозяйстве», 2018 г. [65]

Лесные экосистемы включают различные типы растительности: тропические вечнозеленые влажные леса, тропические полулиственные влажные леса, вечнозеленые широколиственные леса, хвойные леса, сухие диптерокарповые леса и мелалеуковые леса.

Используя руководящие документы Правительства Вьетнама, (Положения о статистике, инвентаризации земель и картографировании землепользований (2018) [130], Указане «Детализация выполнения ряда статей Закона о лесном хозяйстве» (2018) [65] и «Справочник по лесному хозяйству (2006) [73], а также характеристики данных дистанционного зондирования Земли, нами земельные угодья разделены на категории с учетом различных уровней (таблица 1.4), с учетом простоты и оперативности описания состояния растительного покрова ООПТ. Разработанная нами классификация земель ООПТ Вьетнама состоит из двух уровней и представлена от общего к подробному, частному. В частности, первый уровень состоит из четырех основных категорий земель, связанных с лесом и объектами недвижимости. Второй уровень включает восемь категорий земель, связанных с целевым использованием земельных угодий. Все эти категории земельных угодий выделяются по растительному покрову Земли.

Таблица 1.4 – Категории растительности земного покрова ООПТ Вьетнама и их уровни, рассматриваемые для классификации данных дистанционного зондирования Земли

Группа объектов земного покрова	Категории земельных угодий	Характеристика земельных угодий
Высокоплодотворные леса	Широколиственные леса	Земельные угодья, покрытые естественным лесом с преобладанием в составе широколиственных древесных растений.
	Смешанные леса	Земельные угодья, покрытые естественным лесом с преобладанием в составе широколиственных и хвойных древесных растений.
	Мелалеуковые леса	Земельные угодья, покрытые лесным насаждением с преобладанием в составе древесных растений семейства Мелалеуковых (<i>Melaleuca cajuputi</i>).
Земли с низкоплодотворным и древостоями	Луга и кустарники	Земельные угодья, покрытые травянистой растительностью (травостоем) и кустарниками
	Непокрытые растительностью земли	Земельные угодья с оголенной (открытой) почвой, с одиночными деревьями и песчаные участки вдоль рек/озера
Водно-болотные земли	Водно-болотные угодья	Земельные угодья с водной поверхностью и водной растительностью (реки, пруды, озера и болота)
Земли под строениями и дорогами	Осушительные каналы	Земельные угодья, на которых располагается осушительная система. Сооружения включают в себя: откос и дно канала. Откос выложен бетонными плитами, а дно канала заполнено водой.
	Дороги и земля исторических памятников	Дороги для проезда техники при охране животного и растительного мира ООПТ и сооружений (храмов, святынь, мемориальных домов). Земли памятников, используемых в исторических целях.

1.3 Особенности мониторинга земельных угодий ООПТ Вьетнама

Мониторинг - это процесс определения разницы в состоянии или явлении объекта путем наблюдения за ним в разное время. Мониторинг земельных угодий – это динамика изменения площади и категорий земель с течением времени, чтобы обеспечить охрану и выявить причины изменений земель для разработки рекомендаций для эффективного землепользования. Процесс мониторинга часто применяется к изменениям земной поверхности в разные моменты времени.

Концепция «мониторинга состояния земель ООПТ» можно интерпретировать как: наблюдение, оценка и управление земельным покровом ООПТ, с помощью которых можно увидеть изменения характеристик, свойств объекта исследования и определить количественные изменения. Например: площадь земли, используемой для переустройства, площадь вырубленного или посаженного человеком леса на лесных угодьях. Согласно закону сохранения и развития лесов Вьетнама № 29/2004/QN11, принятого Национальным собранием страны 03.12.2004 года [8], мониторинг земель ООПТ является важной задачей государственного управления в области лесного

хозяйства. Согласно «Положения о лесном мониторинге и планировке земель для развития леса» № 26/2017/ТТ-BNNPTNT от 15.11.2017 года [32], принятого Министерством сельского хозяйства и развития сельских районов определена цель мониторинга земель ООПТ. Цель мониторинга - определение состояния земель на ООПТ и динамики площадей по их категориям для эффективного управления, сохранения и развития лесов не только на землях ООПТ, но и на всей территории Вьетнама. Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов страны отвечает за проведение периодической статистики, инвентаризацию и мониторинг всех видов ООПТ, он должен проводится каждые 5 лет.

Источники, используемые для мониторинга земель ООПТ, исследователи часто находят в документах, в цифровом (аэрофотоснимки, спутниковые изображения) или векторном форматах (тематические карты). Для оценки динамики земельных угодий могут использоваться и другие вспомогательные сведения: история создания ООПТ, экономические показатели региона и крестьянства и другие. В настоящее время во Вьетнаме существует два метода мониторинга земель ООПТ [15]:

- на основе полевых измерений;
- с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). При этом используются космические снимки ООПТ разных периодов съемки земной поверхности [18].

Методика мониторинга земельных угодий ООПТ путем наземной инвентаризации является традиционной для Вьетнама. Она основана на результатах измерений площади и состояния земель непосредственно в полевых условиях. Разрабатываются тематические карты состояния землепользований на основе полевых измерений, а затем сравниваются изменения земельных угодий по картам разного времени исследований.

Карта состояния землепользования представляется подробно для каждого участка земли. Она создается крупного масштаба (масштаб 1:10000 и крупнее). Лесной сектор Министерства сельского хозяйства и развития сельских районов Вьетнама провел в 1977, 1991 и 1999 годах инвентаризацию всех лесных земель, используя при этом метод полевых исследований [25]. При использовании метода наземной инвентаризации точность карты землепользования зависит только от результатов полевых измерений, без учета влияния других факторов. Преимуществом этого метода является точность

линейных и площадных измерений, как с точки зрения пространственного местоположения, так и цели использования угодья для конкретного объекта. Однако этот метод имеет ряд недостатков. Во-первых, требует значительных финансовых, трудовых затрат и времени на сбор данных по земельным ресурсам. Во-вторых, на разработку карты состояния земель требуется длительное время, имеющаяся информация за длительный период устаревает и становится неточной.

Методика мониторинга земельных угодий ООПТ по материалам дистанционного зондирования Земли – это современная методика ведения мониторинга земель, которая начала применяться во Вьетнаме в 1980 году. Использовались данные, полученные с первого спутника Landsat-1, специализирующегося на исследованиях земных ресурсов. Числовые данные земной поверхности представлялись в мультиспектральных каналах изображения. Это позволило ученым получать относительно релевантные данные во времени и пространстве для мониторинга земель через растительный и земельный покров.

При этой методике карты земельного покрова создаются в широком территориальном масштабе, например, в регионе, провинции и всей территории страны. Поскольку снимки со спутника можно получить на любую территорию страны. Для декодирования данных ДЗЗ можно использовать географическую информационную систему (ГИС). Применения космических снимков при проведении мониторинга земель имеет ряд преимуществ [19, 21, 133]:

- а) предоставление с космоснимков объективной и точной информации о почвенном покрове ООПТ;
- б) получение состояния землепользований на огромных площадях;
- в) сокращение времени и стоимости работ по инвентаризации объекта;
- г) уменьшение времени для сбора нужной информации о земельном участке.

Кроме того следует отметить, что ООПТ Вьетнама распределены по сложным элементам рельефа местности [67, 145]. Известно, что более трех четвертей территории Вьетнама занято горами и холмами. ООПТ расположены в тропических муссонных районах, где часто происходят стихийные бедствия в течение года. По этим причинам имеются трудности при проведении полевых исследований земельных угодий ООПТ.

Однако, использование методики проведения мониторинга земельных угодий требует значительных финансовых средств, поскольку снимки высокого разрешения

дорогие, а также требуется подготовка специалистов с определенным уровнем знаний. В настоящее время существует множество источников бесплатных изображений поверхности Земли (Landsat, Sentinel-2, Google Earth и др.), которые позволяют снизить стоимость мониторинга земель с использованием этой методики. По этой причине в настоящее время применение космоснимков при проведении мониторинга земель ООПТ Вьетнама является наиболее приоритетной методикой.

Основными результатами мониторинга земельных угодий Вьетнама, включая ООПТ, являются: (1) различные типы карт и (2) данные и отчеты. В зависимости от исторического этапа, развития науки и технологий и возможностей Института лесной инвентаризации и планирования (агентство при Министерстве сельского хозяйства и развития сельских районов Вьетнама) разработаны различные тематические карты. До 1980-х годов прошлого века почти все карты создавались с использованием метода наземной съемки. Применение космоснимков при проведении мониторинга земель во Вьетнаме началось с 1980 года. При этом следует выделить три этапа развития этой методики.

На первом этапе (1980 – 1990 годы) благодаря развитию новых технологий, в частности технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и географической информационной системы (ГИС), при мониторинге земель Вьетнама стали применяться космоснимки для создания карт больших землепользований. В 1990 году Министерством природных ресурсов и окружающей среды впервые разработана карта страны с применением космоснимков Landsat - TM в масштабе 1:1000000 и карта состояния землепользований в масштабе 1:250000. Кроме того, в этот же период разработаны в масштабе 1:250000 карты состояния лесных угодий Центрального плато, дельт рек Меконг и Красной. Период с 1980 по 1990 год считался переходным между традиционными методами исследования Земли и современными методами, поэтому в качестве источника информации при разработке тематических карт являлись космоснимки [21].

Во втором этапе (1990 – 2005 годы) космоснимки стали применяться государственными учреждениями для мониторинга земель ООПТ. Это также период, когда Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов Вьетнама начало реализацию первой программы исследования, оценки и мониторинга изменений лесных ресурсов по всей территории стране. В результате этих исследований составлены карты

состояния земельных угодий заповедных районов в масштабе 1:100000. В этот период составлены карты состояния земельных угодий национальных парков Вьетнама: Ба Ви, Кук Фьонг, Фонг На - Ке Банг, Кат Тиен. Эти карты разработаны с использованием данных ДЗЗ и высоко оценены государственными органами власти Вьетнама [41].

На третьем этапе (с 2006 года по настоящее время) началось широкое применение космоснимков во Вьетнаме при проведении мониторинга земель ООПТ. Правительством страны рекомендовано использовать космоснимки для разработки карт состояния земель ООПТ, оценки воздействия изменений климата на качество земельных угодий, а также для мониторинга и предупреждения лесных пожаров в стране. В этот период спутниковые снимки среднего и высокого разрешения, такие как Landsat, Spot-5, Ikonos, Quickbird, визуальные и автоматические методы дешифрирования снимков использовались для разработки карт масштаба 1:50000 - 1:10000 по всей стране для оценки состояния лесов и землепользования ООПТ. В 2013-2014 годах Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов Вьетнама подготовило отчет по оценке возможности применения спутниковых снимков VNRedSat-1 для управления лесным хозяйством, включая мониторинг земельных угодий ООПТ.

Учёными Вьетнамской академии наук и зарубежными [97, 111, 115] проведено исследований по применению космоснимков при мониторинге земель ООПТ. Tran Anh Tuan при исследовании темы «Мониторинга состояния лесных угодий в национальном парке Суан Тьюй, провинция Иам Динх (Вьетнам) с использованием дистанционного зондирования Земли и ГИС» [146] использовал два типа изображений: 1) Landsat-8 с пространственным разрешением 30x30 м в 2016 году и 2) SPOT-1,3 с разрешением 20x20м в 1986, 1995 и 2015 годах. Это исследование подтвердили изменение в структуре земель парк. За 29 лет площадь земель лесов увеличилась в два раза.

В 2012 году Фам Вьет Хоа [125] при оценке динамики лесов Кан Гио в городе Хошимин использовал спутниковое изображение SPOT 2 (разрешением 20 м, снятое 17.11.1996 г.), SPOT 4 (разрешение 20 м, снятое 20.12.2004 г.) и SPOT 5 (разрешение 10 м, снятое 13.04.2010 г.). В исследовании использовался метод классификации между индексами NDVI, MNF и MLC для создания карты изменения площади лесов с относительно высокой точностью. Результаты исследований показали высокую точность расчета площади лесов. Установлено, что в городе Хошимин площадь мангровых лесов не только сохранилась, но и увеличилась с 1996 по 2010 годы за счет

естественного лесовозобновления. Карта прогноза состояния лесных угодий помогла менеджерам определить участки лесов, которые нуждаются в искусственном восстановлении. Следовательно, применения ДЗЗ для мониторинга земельных угодий можно использовать для оценки состояния угодий на ООПТ.

В 2016 году появился правительственный проект «Исследование и создание информационной системы для управления и мониторинга природных ресурсов ООПТ в Северо-Западном регионе Вьетнама» [75]. Для создания карт состояния земель в масштабе 1:50000 в национальных парках Хоанг Лиен и Суан Сон, заповедниках Суан Лиен и Тань Хоа использовались космоснимки высокого разрешения: VNREDSat-1, SPOT-5 и Landsat-8. Этот проект позволил Правительству Вьетнама получить необходимую информацию о мониторинге земельных угодий ООПТ.

В 2018 году Tran T.S [143]. в своем исследовании «Мониторинг состояния лесов в провинции Ка Мау с использованием дистанционного зондирования земли и ГИС» использовал данные снимков Landsat и Aster. Данные по снимкам Landsat собраны во время 2017 года, включая 08 спектральных каналов, и данные Aster, собранные в 1993 году, включая 14 спектральных каналов. Изменения состояния лесов во времени автор отслеживает методом анализа динамики земель после классификации данных снимков. В этом методе данные первого спутникового изображения классифицируются. Затем используется ГИС-технология для определения динамики земель, путем сравнения классификационных изображений земной поверхности одного и того же региона, но полученных в разное время. Разработанная карта лесов охватывала 80% лесного фонда в провинции Ка Мау Вьетнама. Сравнение карт лесов 1993 и 2017 годов показало уменьшение площади лесных земель на 3000 га. Снижение лесных земель за 24 года составило 7,6%.

Таким образом, исследования вьетнамских ученых» показали, что использование данных ДЗЗ и ГИС – технологий является эффективным методом составления карт землепользований и ведения мониторинга земельных угодий. В зависимости от масштаба и цели исследований используются данные изображений ДЗЗ с различным разрешением. Однако, применение космоснимков при проведения мониторинга земельных угодий ООПТ Вьетнама не получило широкого распространения, исследования остались на экспериментальном уровне. В соответствии с решением

Премьер-министра страны «Стратегия развития лесного хозяйства Вьетнама в период 2006-2020 гг.» № 18/2007/QĐ-TTg от 05.02.2007 г. [38], применение космоснимков и ГИС-технологий для проведения мониторинга земель ООПТ являются главным ориентиром в развитии землеустройства и кадастра во Вьетнаме. В настоящее время развитие Вьетнама идёт по пути индустриализации, поэтому возникает необходимость учёта земель всех категорий и в первую очередь угодий ООПТ.

1.4 Состояние земельных угодий ООПТ Вьетнама

С 2000 года во Вьетнаме проведено четыре инвентаризации лесных земель (2000, 2005, 2010 и 2015 годы. Согласно закону земель Вьетнама № 45/2013/QН13, принятого Национальным собранием страны от 29.11.2013 г. [89], древостой и лесные земли, в том числе земельные угодья ООПТ, являются собственностью народа. Для естественных лесов и на угодьях ООПТ Министерством сельского хозяйства и развития сельских районов Вьетнама разработана единая система управления лесами. Государство осуществляет периодическую статистику по состоянию лесов, инвентаризацию и мониторинг лесных земель. Инвентаризация лесных земель во Вьетнаме повторяется через 5 лет. Данные инвентаризации используются для оценки и корректировки мероприятий по сохранению, защите и охране лесов Вьетнама. По результатам инвентаризации насаждений ООПТ с 2000 по 2015 годы, земельные угодья представлены двумя категориями: покрытые и не покрытые лесом земли (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Динамика площадей категорий земельных угодий ООПТ Вьетнама по категориям с 2000 по 2015 годы

Категории земельных угодий ООПТ	Площадь земель по годам, га				Динамика земель по годам, га			
	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2000 - 2015
1. Лесные земли	1443162	2202888	2002275	2106051	+759726	-200613	+103776	+662889
1.1. Естественные леса	1378633	2086935	1922465	2026872	+708302	-164470	+104407	+648239
1.2. Искусственные леса	64529	115953	79810	79179	+51424	-36143	-631	+14650
2. Нелесные земли	187006	338787	252827	272793	+151781	-85960	+19966	+85787
Всего земель	1630168	2541675	2255102	2378844	+911507	-286573	+123742	+748676

Примечание: + площадь земельных угодий увеличилась; - площадь земельных угодий сократилась

Анализируя данные таблицы 1.5, можно заключить о следующем.

Площадь лесных земель страны в 2000 году составляла 1443162 га, а к 2005 году достигла 2202888 га. В период 2000-2005 годы во Вьетнаме создано более 119 охраняемых объектов: Фонгня - Кебанг, Пухуонг, Гора Онг, Фонгдиен и другие. В этот же период по всей стране и на ООПТ проведены лесовосстановительные работы на деградированных землях, площадью около 13 млн. га. Это основные причины увеличения площади земельных угодий ООПТ в 2000-2005 годах. Площадь естественных лесов увеличилась на 708302 га, а искусственных – на 36143 га.

В 2010 г. площадь ООПТ занимала 2255102 га, на них преобладали покрытые лесом земли - 2002275 га. Площадь земель ООПТ с 2005 по 2010 годы сократилась на 911507 га, в том числе земли, покрытые лесом уменьшились на 200613 га, а не покрытые лесом – на 85960 га. Основная причина сокращения площади земельных угодий ООПТ заключается в процессе измерения для пересчета площади земель.

В 2015 г. площадь ООПТ уже составила 2378844 га, но преобладающими остались земли, покрытые лесом (2106051,0 га). Тенденция увеличения лесных земель на ООПТ Вьетнама в период с 2010 по 2015 годы становится характерной для Вьетнама. В этот период во Вьетнаме создан целый ряд охраняемых объектов, таких как: Кат Ба, Бах Лонг Ви, Кон Со, Ку Лао Чам и другие [126]. Хотя общая площадь земельных угодий ООПТ по всей стране за последние годы увеличилась, однако, площадь вырубленных и с низким санитарным состоянием лесов в некоторых районах Вьетнама остается довольно много [97, 100, 106]. Для сохранения природных экосистем и обеспечения их устойчивого развития исследования мониторинга земельных угодий ООПТ необходимо продолжать, они поощряются Правительством Вьетнама.

1.5 Выводы по главе 1

1. ООПТ играют важную роль в сохранении биоразнообразия животного и растительного мира Вьетнама. Во Вьетнаме выделяют 4 основные категории ООПТ: национальные парки, заповедники, заказники и памятники природы. В настоящее время во Вьетнаме функционирует 166 объектов ООПТ, их площадь составляет более 2 млн. га, охраняемые объекты относительно равномерно распределены по всей территории страны, большая часть их земель представлена лесными экосистемами.

2. Благодаря Указаниям Правительства Социалистической Республики Вьетнам «Детализация выполнения ряда статей Закона о лесном хозяйстве» земельные угодья

ООПТ Вьетнама разделены на две категории: лесные и нелесные земли по функциональному назначению. Используя выше приведенные вьетнамские руководящие документы, основываясь на данных дистанционного зондирования Земли, простоты и оперативности описания состояния земель ООПТ Вьетнама нами выделены по 4 основным группам объектов. Первая группа объектов – «Высокополнотные леса» состоит из 3 категорий земель: широколиственные, смешанные и мелалеуковые леса. Вторая группа объектов - «земли с низкополнотными древостоями» представлена тремя категориями: луга, кустарники и непокрытые растительностью земли. К третьей группе объектов отнесены «водно-болотные угодья». Четвертая группа объектов – «земли под строениями и дорогами» включает осушительные каналы, дороги и исторические памятники.

3. Исследования ряда ученых Вьетнама показали, что ведение мониторинга земель ООПТ с использованием результатов ДЗЗ и ГИС-технологий обеспечивает высокую точность и дает быстрые результаты исследований. Особенно этот метод актуален для районов со сложным горным рельефом местности и большими площадями охраняемых объектов. Применение этого метода дает более высокую эффективность по сравнению с традиционными методами инвентаризации земель в полевых условиях.

4. Мониторинг трансформации земельных угодий ООПТ ведется нами длительный период: с 2000 года. За период наблюдений произошли существенные изменения в динамике площадей земельных угодий ООПТ Вьетнама. За последние 15 лет площадь земельных угодий ООПТ достигла 748676 га, из которых покрытые лесом земли увеличились на 662889 га, а не покрытые лесом – на 85787 га. Площадь естественных лесов за период наблюдения увеличилась на 648239 га, а искусственных лесов – на 14650 га. Статистические данные свидетельствуют, что площадь ООПТ Вьетнама увеличилась за последние годы, однако, состояние почвенного растительного покрова остается проблемой, из-за сплошной вырубке лесов и незаконного перевода земельных участков охраняемой территории под сельскохозяйственное использование. Для сохранения биоразнообразия растительности и обеспечения устойчивого развития лесных экосистем необходимы дальнейшие мониторинговые исследования земельных угодий ООПТ Вьетнама.

ГЛАВА 2 РОЛЬ ПРИРОДНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ВЬЕТНАМА НА ДИНАМИКУ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕМЕЛЬ ООПТ

2.1 Роль природных факторов на динамику площадей земель

Характеристика угодий – один из решающих факторов роста и развития лесов. Изменение растительного покрова является прямым проявлением взаимосвязи между деятельностью человека и естественными экологическими процессами [35, 76, 82]. Считается, что изменения в землепользовании растительном покрове ООПТ оказывают влияние на устойчивое развитие Вьетнама. Мониторинг земельных угодий ООПТ в целях сохранения окружающей среды должен начинаться с оценки природных факторов, влияющих на развитие и состояние лесных угодий ООПТ Вьетнама [92]. В исследованиях Do Dinh Sam [66], Nguyen Ngoc Lung [112] и Hoang Thi Huyen Ngoc [81] приведены основные факторы, которые влияют на развитие и состояние естественных лесов ООПТ Вьетнама. Это природные факторы (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почвы) и другие факторы.

Высота над уровнем моря является главным ландшафтнообразующим фактором и определяет климатические условия для развития различных видов растительности [66]. Вьетнам имеет гористую местность с высотой от 100 до 3142 м над уровнем моря. Площадь этой местности составляет 26915882,0 га (более 81,0% площади страны). Площадь аллювиальных дельт рек составляет 6207715,0 га или 18,7% площади страны. Высоты над уровнем моря различаются по районам страны (рисунок 2.1-а). Район хребта Хоангльеншон представлен в основном из средних и высоких гор. Это место с самым высоким рельефом, самым разобщенным и опасным во Вьетнаме. Самый высокий и самый массивный горный массив - это хребет Хоангльеншон с высотой более 2500 м и множеством вершин. Рельеф Северо-восточного района в основном представлен невысокими (500-600 м) над уровнем моря.

Рельеф района хребта Чыонгшон очень разнообразен: побережье, равнины, холмы, низкие и средние горы. Особенностью местности является появление горного хребта Чыонгшон, простирающегося с северо-запада на юго-восток. Земельные угодья в этом регионе в основном расположены на высоте менее 1000 м над уровнем моря. Рельеф дельта реки Хонг и Меконг в основном равнинный, более 72% суши находятся на высоте 3 м ниже уровня моря. Перепад высот имеет большое влияние на

формирование лесных экосистем, связанных с высотой. Влажные тропические леса распространены на высотах менее 600 м над уровнем моря (район хребта Хоангльеншон и северо-восточного горного района), менее 800 м над уровнем моря в центральном Вьетнаме и на юге горного хребта Чьонгшон и на высотах до 1000 м в лесном поясе. В горном массиве Хоангльеншон на высотах 2400 – 3142 м над уровнем моря произрастают хвойные леса из *Abies delavayi subsp. fansipanensis*, и *Tsuga dumosa* [140]. В дельтах рек отметка местности меняется не существенно, но встречаются низины, залитые пресной и морской водой круглый год или сезон. В низинах образуют аллювиальные и мангровые почвы, благоприятные для развития водно-болотной растительности: мелалеуковые леса, мангровые заросли, сезонно затопляемые луга и другие.

Уклон местности считается ограничивающим фактором для роста растений, для посадки саженцев и естественного восстановления лесов, поскольку этот фактор увеличивает скорость эрозии склона, уменьшает плодородия и мощность почвенного профиля. По мере увеличения уклона поток воды увеличивается, что приводит к развитию эрозии почвы. Нами в мангровых лесах обнаружено, что там, где рельеф имеет умеренный уклон, то деревья растут лучше, чем на крутых склонах. Карта уклонов представлена на рисунке 2.1-б. Согласно исследованиям До Динь Шам и Нгуен Нгок Бинь, в трех горных районах Вьетнама есть следующие уровни склонов: а) земли с пологим уклоном, до 15°, площадью 3830130 га или 14% общей площади исследований; б) земли со средним уклоном – от 15° до 25°, площадью 3477532 га или 13% площади; в) земли с сильным уклоном - от 25° до 35°, площадью 6922765 га, что составляет 26% изученной площади; г) земли с очень крутым уклоном, более 35°, площадь составляет 12685455 га или 47% обследованной территории, включающей известняковые горы с почти плоским уклоном. Например, в районе хребта Хоангльшон, 66% площади земельных угодий находится на уклонах более 35°, и сосредоточено в горах на высоте более 500м. В Северо-восточном горном районе Вьетнама площадь суши с уклоном менее 15° составляет незначительную часть, в основном – это горная местность, с уклоном более 35°, которая составляет более 80% всей площади района. В районе хребта Чьонгшон 39% земли представлено уклоном менее 25°, а 31% площади представлено земельными участками с уклоном более 35° [66].

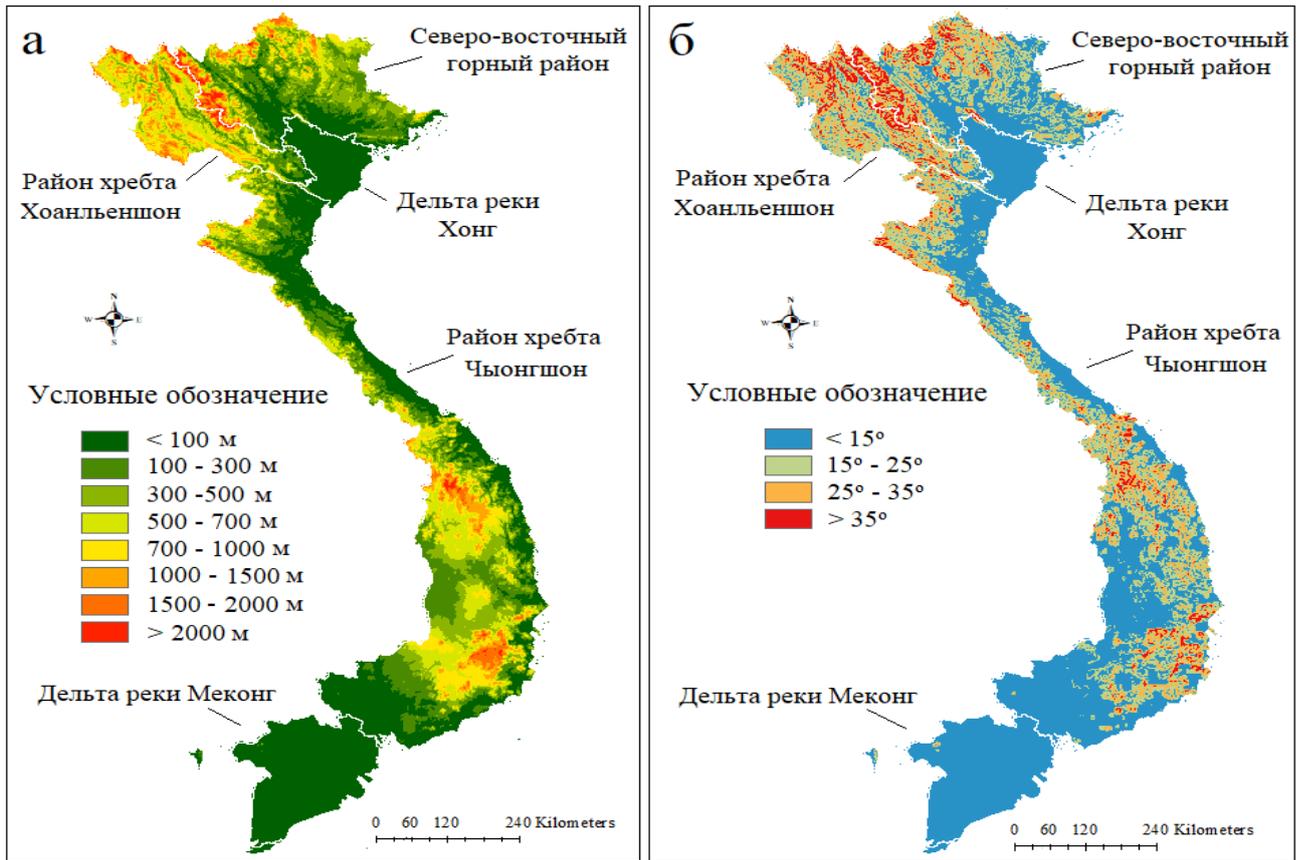


Рисунок 2.1 – Топографическая карта (а) уклонов (б) Вьетнама по топографическим районам

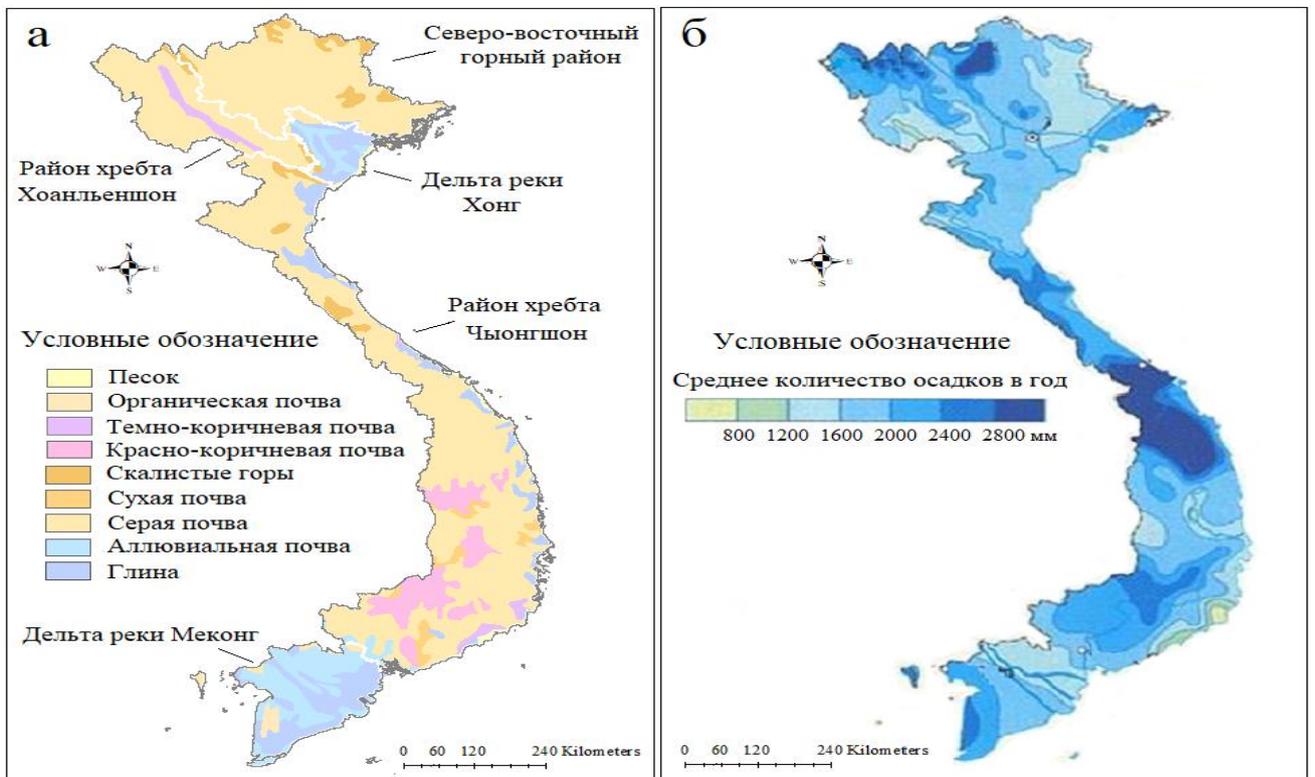


Рисунок 2.2 – Карты типов почвы (а) и среднегодового количества осадков (б) по уровням рельефа Вьетнама

Гранулометрический состав – важная характеристика почвы. Гранулометрический состав почвы является одним из факторов, напрямую влияющих на благоприятный рост растений. Этот фактор тесно связан с водным режимом и содержанием питательных веществ в почве. Кроме того, гранулометрический состав связано с окислительно-восстановительными процессами почвы в условиях затопления, что влияет на темпы роста и развития мангровых лесов в целом. Гранулометрический состав определяет тип почвы, которые представлены на почвенной карте Вьетнама (рисунок 2.2-а). В районе хребта Хоанльеншон суглинистые и песчаные почвы составляют наибольшую площадь, соответственно – 42% и 43%, а глинистые – всего 5% [66, 73]. В целом, такое соотношение земель по гранулометрическому составу почвы благоприятно влияет на рост древесной растительности. Почва в Северо-восточном горном районе Вьетнама имеют благоприятный для роста древостоев гранулометрический состав – на суглинистые почвы приходится 57% всей площади. В районе хребта Чыонгшон преобладает глинистый гранулометрический состав почв, занимающих 67% общей площади региона. Гранулометрический состав почв в дельтах рек Хонг и Меконг представлен глиной и песком. Во Вьетнаме широколиственные, смешанные и хвойные леса являются основными типами растительности, произрастающими в холмистых и горных районах с большой долей суглинистых и глинистых почв. Мангровые леса также часто распространены на глинистых и песчаных почвах на прибрежных землях в дельтах реки Хонг и Меконг. Мелалеуковые леса (*Melaleuca cajuputi*) хорошо растут на тяжелых глинистых почвах в дельте реки Меконг.

Среднее годовое количество осадков связано с водным режимом и эрозией почвы, тем самым напрямую влияя на качество и развитие древесных растений. Вьетнам расположен в тропическом климатическом поясе, омывается Восточно-Китайским морем с протяженностью береговой линии 3260 км с севера на юг, поэтому здесь сформировался океанический климат с обильными дождями. Кроме того, распространение системы горных хребтов во Вьетнаме создает условия для развития юго-восточного муссона, который приносит много водяных паров с моря на материк, вызывая проливные дожди по всей территории страны со средним количеством осадков в год 1500 – 2000 мм (рисунок 2.2-б). Однако, в некоторых частях района хребта Хоанльеншон, выпадает значительно меньше осадков (1300 – 1400 мм), поэтому в этом регионе часто случаются в сухой сезон засухи. Северо-восточный горный район страны

имеет большее количество осадков, по сравнению с хребтом Хоанльеншон, в пределах от 1400 до 2700 мм. Во время сезона дождей, из-за крутых уклонов местности, в некоторых частях северо-восточного горного района случаются наводнения, вызывающие эрозию почвы и ограничивают рост древостоев. Больше всего осадков (более 3000 мм) выпадает в районе хребта Чыонгшон Вьетнама, особенно в его центральной части, в провинции Тхья Тхьен Хюэ. Из-за обильных дождей в течение года здесь часто случаются наводнения, которые негативно сказываются на экологической ситуации района. В дельте реки Хонг и Меконг среднее количество осадков составляет около 2000 мм в год, что благоприятно влияет на рост и развитие лесной тропической растительности.

Рост растений сильно зависит от температуры, продолжительности вегетационного периода и радиационного баланс-прихода и расхода солнечной энергии в тепловых единицах. Их характеристики природных условий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика средней температуры, продолжительности вегетационного периода, радиационного баланса-прихода и расхода солнечной энергии в тепловых единицах по географическим районам

Природные условия и их уровни	Географические районы			
	Северовосточный горный	Хребет Хоанльеншон	Хребет Чыонгшон	Дельта рек Хонг и Меконг
Средняя температура, °С	23	24	25	26
Продолжительность вегетационного периода, дни	270	270	240	180
Радиационный баланс в тепловых единицах, кВтч/м ² /сутки	3,3 – 4,1	4,1 – 4,9	4,9 – 5,2	4,3 – 4,9

Средняя температура во Вьетнаме колеблется от 21°С до 27°С и постепенно увеличивается с севера на юг. Средняя температура по стране 25°С (Северовосточный горный – 23°С, Хребет Хоанльеншон 24°С, Хребет Чыонгшон – 25°С, Дельта рек Хеонониг – 26°С). Наиболее подходящий температурный диапазон для роста и развития большинства растений составляет 15-40°С. Таким образом, температура во Вьетнаме достаточно благоприятна для роста растений. Однако в некоторых частях страны в декабре и январе температура опускается довольно низко. Как и в городе Шапа в горном районе Хоанг Лиеншон, в городе Тамдао в дельте реки Хонг температура зимой опускается ниже 0°С, что ограничивает рост растений в целом.

Продолжительность вегетационного периода - период года, в который возможен рост и развитие растений. Продолжительность вегетационного периода во Вьетнаме составлял от 180 до 270 дней. Продолжительность вегетационного периода лучше всего подходит для роста и развития большинства растений и составляет от 120 до 250 дней. Таким образом, Продолжительность вегетационного периода во Вьетнаме достаточно благоприятен для роста растений. Однако в некоторых районах страны вегетационный период короткий. Например, в городе Шапа в горной местности Хоанг Лиеншон вегетационный период ниже 130 дней в году. В районах Северо-восточный горный и Хребет Хоанльеншон растения обычно начинают развиваться весной, примерно в феврале каждого года и сохраняются в течение 9 месяцев. В районе хребет Чыонгшон вегетационный период прерывается периодами обильных дождей в сезон дождей. Кроме того, в районе Тэйnguэн хребета Хоанльеншон и дельте реки Меконг время роста растений приходится на сезон дождей (с апреля) и длится 6 месяцев. В остальное время за год – сухой сезон, рост растений незначительный. Поскольку экологические характеристики каждого растения различны, время, необходимое в течение их вегетационного периода, разное. Таким образом, различие вегетационного периода по регионам повлияло на их развитие и распространение во Вьетнаме.

Радиационный баланс в тепловых единицах (кВтч/м²/сутки). Среди основных факторов окружающей среды солнечная радиация является наиболее важным фактором, регулирующим фотосинтез и, следовательно, выживание, рост и адаптацию растений. Интенсивность солнечного света, достигающего Земли, зависит от сезона и местоположения. Интенсивность солнечного света относится к силе световой лучистой энергии за единицу времени. Если интенсивность солнечного света будет слишком сильной, растение будет сожжено, а затем засохнет. Если интенсивность солнечного света недостаточно силен, их недостаточно для процветания. Вьетнам - тропическая страна, поэтому здесь много солнечного света и интенсивность света за год. Количество солнечной радиации между регионами разное (таблица 2.1). Изменения интенсивности солнечного света в зависимости от региона могут оказать значительное влияние на рост и распространение растений. Вечнозеленые широколиственные деревья распространены в регионах с умеренным или хорошим энергиями солнечного излучения, нехолодными зимами и продолжительными вегетационными периодами, например в дельте рек Хонг и Меконг. Хвойные деревья обычно распространены в районах с низкой солнечной

радиацией, продолжительной зимой и коротким вегетационным периодом, таких как северо-восточный горный и хребет Хоанльеншон.

Люди имеют большое влияние на биологическое распространение и изменяют состояние земельных угодий своей деятельностью. На охраняемых территориях это проявляется двумя способами: люди могут расширять или сужать площадь категорий земель. На протяжении многих лет во многих странах регулярно проводились облесение и лесовозобновление на охраняемых территориях. В результате площади лесов увеличены во многих странах, таких как Вьетнам, Индия и Китай. Помимо этих положительных воздействий, люди вызывают сокращение естественных лесов за счет незаконной вырубке лесов, преобразования лесных угодий в сельскохозяйственные цели, вызывая лесные пожары. Экономическое развитие, связанное с расширением транспортной системы, а также с развитием населения, создало благоприятные условия для доступа людей к природной среде и оказало давление на экосистемы.

2.2 Динамика количества и площади ООПТ по географическим районам Вьетнама

Географические районы различаются не только природными условиями, но качественными свойствами земли и количеством ООПТ (рисунок 2.3).

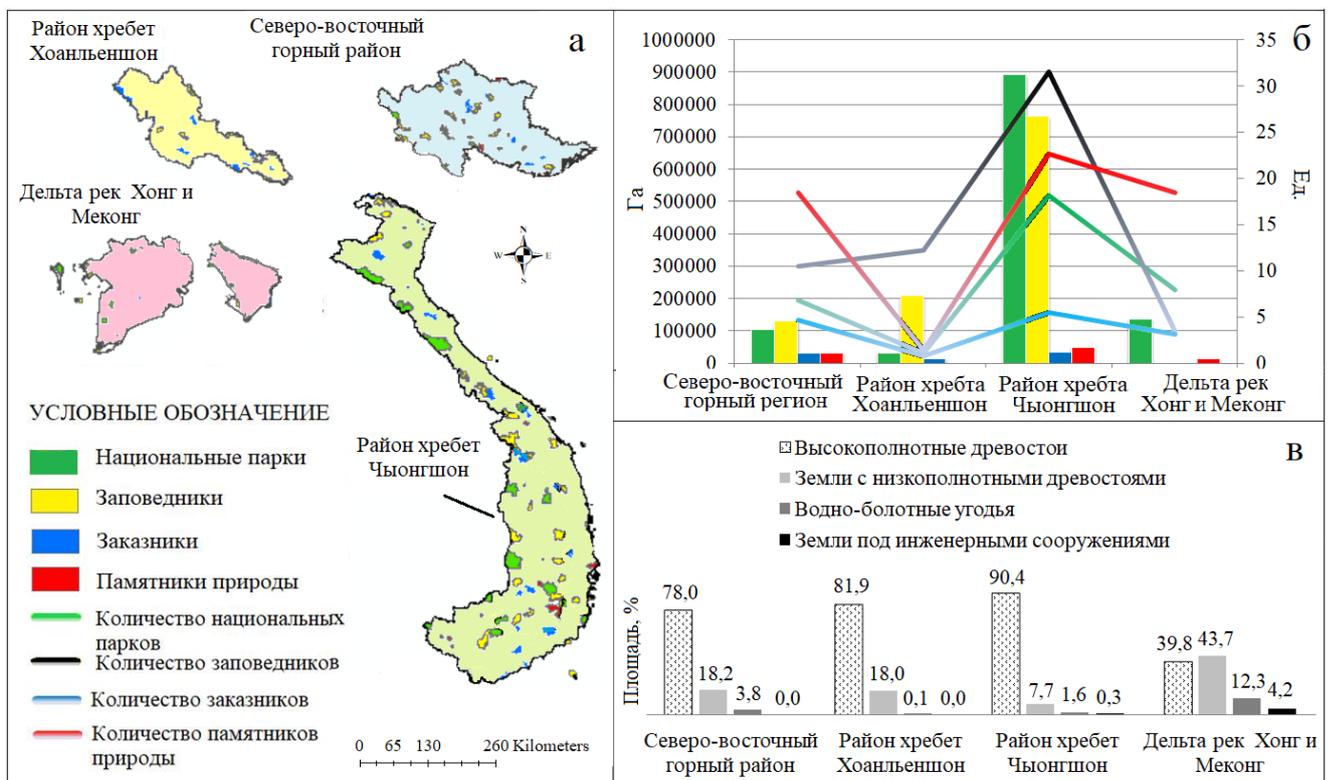


Рисунок 2.3 – Краткие сведения о землях ООПТ по географическим районам Вьетнама:

а) схема местонахождения географических районов Вьетнама; б) количества и площадь земель ООПТ; в) их структура

Из видно рисунки 2.3-а видно, что среди географических районов Вьетнама природная территория района хребта Чыонгшон является самой большой (17393687 га), за ней следует дельта реки Хонг и Меконг – 6207715 га. Район хребта Хоанльеншон имеет наименьшую площадь – 4464295 га. 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 39 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 (рисунок 2.3-б).

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 (рисунок 2.3-в).

2.3 Корреляционный анализ оценки факторов, влияющих на динамику площадей земель ООПТ различных районов Вьетнама

По результатам нашего исследования, на охраняемых территориях Вьетнама лесные угодья занимают 86,7%, площади, а луга и кустарники – 9,5%. Площадь водно-болотных угодий, дорог и осушительных каналов и земель, не покрытых растительностью составляет 3,8%. Площадь перечисленных категорий земельных угодий контролируются в соответствии с планом землепользования вьетнамского правительства с целью сохранения их состояния и ограничения в хозяйственном использовании. Таким образом, состояния земельных угодий на охраняемых территориях Вьетнама связано с изменением площади лесов, лугов и кустарников. Для разработки карт пригодности состояния лесов, лугов и кустарников на ООПТ необходимо определить основные факторы, влияющие на изменение их площади и состояние. Эти карты будут использоваться для прогнозирования состояния земельных угодий охраняемых территорий Вьетнама в модели «КА-Марков».

Среди методов статистического анализа данных (корреляционный анализ, регрессионный анализ, канонический анализ, методы сравнения средних, частотный анализ и анализ соответствий) корреляционный регрессионный анализ (Фрэнсис Гальтон, 1975 [1]) является наиболее распространенным методом в научных исследованиях для исследования взаимосвязи между двумя количественных

переменных (Groisman и Easterling (1994) [74], Tuomenvirta и др. (2000) [147], Tomé и Miranda (2004) [142], Su и др. (2006) [137], Cho S. и др. (2014) [56]).

Для определения важных факторов и их склонности влиять на изменение состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама в этом исследовании использован метод корреляционного регрессионного анализа. Регрессионный анализ проведен для моделирования взаимосвязи между независимой переменной (x – «фактор») и зависимой переменной (y – «коэффициент занимаемой площади некоторого типа земли на земельном участке»). Это моделирование определяется с помощью уравнения линейной регрессии (2.1):

$$y = ax + b, \quad (2.1)$$

где a и b – параметры модели.

Корреляционный анализ выполнен для оценки линейной связи между двумя переменными (x и y) [103] на основе значений линейного коэффициента корреляции Пирсона (D) и коэффициента детерминации (R^2). D является мерой силы линейной связи между двумя переменными и направлением связи [53], вычислялся по следующей формуле (2.2):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}, \quad (2.2)$$

где x_i – значения переменной x ; y_i – значения переменной y ; \bar{x} – среднее арифметическое для переменной x ; \bar{y} – среднее арифметическое для переменной y .

R^2 рассматривают как универсальную меру зависимости одной случайной (y) величины от другой (x). D принимает значения от -1 до $+1$, а R^2 – от 0 до 1 [134]. Сильная корреляция определена по шкале Чеддока [80]: значение D от $> 0,7$ и $R^2 > 0,5$. Положительная корреляция Пирсона (значение $D > 0$) указывает на то, что по мере увеличения одной переменной увеличивается и другая. Отрицательная корреляция Пирсона (значение $D < 0$) указывает на то, что одна переменная увеличивается, а другая уменьшается.

Параметры модели линейной регрессии (a и b), D и R^2 вычислены в программе Excel 2010. Результаты корреляционного регрессионного анализа (корреляционный анализ) приведены в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 – Корреляционный анализ факторов, влияющих на площадь и состояние земельных угодий ООПТ для Северо-восточного горного района Вьетнама

Название фактора	Связь фактора с земельными угодьями	Коэффициенты		Значимость (+), незначимость (-) фактора
		R ²	D	
Высота над уровнем моря (x ₁), м	Y _a = 0,0269x ₁ + 64,274	0,62	+0,78	+
	Y _b = -0,0155 x ₁ + 25,541	0,74	-0,86	+
Уклон местности (0° ≤ x ₂ ≤ 90°)	Y _a = 0,3406x ₂ + 66,801	0,82	+0,91	+
	Y _b = -0,239x ₂ + 26,2	0,92	-0,96	+
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	0,98	-0,99	+
	Y _b = 4,1524x ₃ + 8,5933	0,96	+0,97	+
Расстояние до государственных дорог страны (0 м ≤ x ₄)	Y _a = 0,0047x ₄ + 69,339	0,95	+0,97	+
	Y _b = -0,0033x ₄ + 23,409	0,89	-0,95	+
Расстояние до жилых районов населенных пунктов (0 м ≤ x ₅)	Y _a = 0,0262x ₅ + 63,705	0,96	+0,98	+
	Y _b = -0,0213 x ₅ + 27,619	0,81	-0,90	+
Средняя температура (x ₆), °C	Y _a = -0,5857x ₆ + 86,636	0,01	-0,09	-
	Y _b = 0,6429x ₆ + 8,5071	0,01	+0,09	-
Среднее годовое количество осадков (x ₇), мм	Y _a = -0,55x ₇ + 789,43	0,01	-0,10	-
	Y _b = 0,55x ₇ - 693,1	0,01	+0,10	-
Продолжительность вегетационного периода (x ₈)	Y _a = -0,1959 x ₈ + 126,48	0,03	-0,17	-
	Y _b = 0,1992 x ₈ - 31,016	0,02	+0,16	-
Радиационный баланс-приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах (x ₉) (кВтч / м ² / сутки)	Y _a = -5,8571x ₉ + 100,11	0,01	-0,09	-
	Y _b = 6,4286 x ₉ - 6,2786	0,01	+0,09	-

Примечание: Y_a – процент площади, занимаемой лесами на земельных участках; Y_b – процент площади, занимаемой лугами и кустарниками на земельных участках.

Как видно из данных таблиц 2.2 и 2.3, коэффициенты корреляции и детерминации между данными процента площади лесов, лугов и кустарников на земельных участках ООПТ Вьетнама и данными факторов (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почв, расстояние до государственных дорог страны, расстояние до жилых районов населенных пунктов) являются высокими (D > 0,7 и R² > 0,5). В охраняемых районах горного Вьетнама линейный коэффициент очень высок (D > 0,9 и R² > 0,8) между экономическими факторами (расстояние до государственных дорог страны, расстояние до жилых районов населенных пунктов) и полями площади, занимаемой лесами, лугами и кустарниками на земельных участках (таблица 2.2). Однако корреляционный анализ в охраняемых районах дельты рек Вьетнама показал, что более высокие коэффициенты с данными природных факторов (высота над уровнем

моря, уклон местности, гранулометрический состав почв) до $D = 0,94$ и $R^2 = 0,89$ (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Корреляционный анализ факторов, влияющих на площадь и состояние земельных угодий ООПТ дельт рек Вьетнама

Название фактора	Связь фактора с земельными угодьями	Коэффициенты		Значимость (+), незначимость (-) фактора
		R^2	D	
Высота над уровнем моря, м	$Y_a = 2,4135x_1 + 27,155$	0,86	+0,93	+
	$Y_b = -1,731 x_1 + 52,669$	0,89	-0,94	+
Уклон местности ($0^\circ \leq x_2 \leq 90^\circ$)	$Y_a = -0,52 x_2 + 41,605$	0,83	-0,91	+
	$Y_b = 0,2773 x_2 + 43,934$	0,81	+0,90	+
Гранулометрический состав почв (x_3) (Значения почвы x_3 : песчаные – $x_3=1$; суглинистые – $x_3=2$; глинистые – $x_3=3$)	$Y_a = -7,0537 x_3 + 33,657$	0,71	-0,84	+
	$Y_b = 8,9885 x_3 + 24,987$	0,84	+0,92	+
Расстояние до государственных дорог страны ($0m < x_4$)	$Y_a = -0,0062 x_4 + 44,576$	0,51	-0,70	+
	$Y_b = 0,0065 x_4 + 31,055$	0,53	+0,73	+
Расстояние до жилых районов населенных пунктов ($0m < x_5$)	$Y_a = -0,003 x_5 + 45,806$	0,57	-0,75	+
	$Y_b = 0,0009 x_5 + 35,483$	0,62	+0,79	+
Средняя температура (x_6), °C	$Y_a = 4,5714 x_6 - 32,243$	0,06	+0,25	-
	$Y_b = -4,5 x_6 + 129,55$	0,04	-0,21	-
Среднее годовое количество осадков (x_7), мм	$Y_a = 0,0286 x_7 + 36,748$	0,03	+0,16	-
	$Y_b = -0,0271 x_7 + 59,771$	0,02	-0,15	-
Продолжительность вегетационного периода (x_8)	$Y_a = -1,1 x_8 + 218,13$	0,02	-0,10	-
	$Y_b = -0,275 x_8 + 81,983$	0,01	-0,01	-
Радиационный баланс-приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах (x_9) ($кВтч/м^2/сутки$)	$Y_a = -52,143x_9 + 274,6$	0,03	-0,18	-
	$Y_b = 131,89x_9 - 595,03$	0,02	+0,16	-

Примечание: Y_a – процент площади, занимаемой лесами на земельных участках; Y_b – процент площади, занимаемой лугами и кустарниками на земельных участках.

Наше исследование на ООПТ горного района страны также показало, что процент площади лесов обычно имеют линейную положительную корреляцию с высотой над уровнем моря, уклоном местности, расстоянием до государственных дорог страны и жилых районов населенных пунктов. И наоборот, их значения увеличивается, а процент площади лугов и кустарников уменьшается. В охраняемых районах дельты рек Вьетнама процент площади лесов обычно имеют линейную отрицательную корреляцию с уклоном местности, гранулометрическим составом почв, расстоянием до государственных дорог страны и жилых районов населенных пунктов. Однако эти факторы имеют положительную корреляцию с процентом площади лугов и

кустарников. Корреляция между данными других природных факторов (средняя температура, минимальное количество осадков за вегетационный период, продолжительность вегетационного периода, радиационный баланс-приход и расход солнечной энергии в тепловых единицах) и проценты площади лесов, лугов и кустарников незначительна (от 0,09 до 0,25).

Таким образом, основные факторы, влияющие на изменение площади и состояния земельных угодий и охраняемых территорий Вьетнама, являются природными (высота над уровнем моря, уклон местности и гранулометрический состав почв) и экономическими (расстояние до государственных дорог страны и жилых районов населенных пунктов), что согласуется с некоторыми исследованиями [66, 112].

2.4 Выводы по главе 2

1. Вьетнам имеет различные географические районы с разными природными характеристиками. Сильно варьируют природные условия: высоты гор, уклоны их склонов, мощность почвенных горизонтов и их гранулометрический состав. Различные средние температуры воздуха, продолжительность вегетационного периода и радиационный баланс местности.

2. По природным условиям Вьетнам разделили на 4 географических района: Северо-восточный горный, хребет Хоанльеншон, хребет Чыонгшон, дельты рек Хонг и Меконг. Северо-восточный горный район характеризуется крутыми склонами, хребта Хоанльеншон – высокими горами, в районе хребта Чыонг-шон – выпадает наибольшее количество осадков, а в дельтах рек Хонг и Меконг – отмечается самая высокая температура в стране.

3. ООПТ занимают около 7% общей территории Вьетнама. Наиболее распространены ООПТ в районе хребта Чыонгшон, их площадь равна 1740175,8 га, или 9% от общей площади района. Меньше всего ООПТ встречается в дельте рек Хонг и Меконг, их площадь составляет 156137,5 га, или 2% от общей площади района.

4. На основе корреляционного анализа выявлены основные факторы, влияющие на динамику площадей земель ООПТ различных районов Вьетнама. К этим факторам относятся: высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почв, расстояние до государственных дорог страны, расстояние до жилых районов населенных пунктов.

ГЛАВА 3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Объекты исследований

Для проведения мониторинга земельных угодий нами выбраны 8 ООПТ, общей площадью 195021,5 га, расположенных в 4 географических районах Вьетнама. Краткое описание районов и объектов исследований приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Общее описание районов и объектов исследований

Географические районы	Название объектов исследований	Местоположение, провинция Вьетнама	Площадь, га
Северо-восточный горный район	Национальный парк Ба Бе	Бак Кан	10048,0
Район хребта Хоанльеншон	Национальный парк Хоанг Лиен	Лао Кай и Лай Чау	28509,0
Район хребта Чыонгшон	Заповедник Суан Лиен	Тхань Хоа	27648,2
	Национальный парк Кат Тьен	Донг Най	41052,7
	Заповедник Донг Най	Донг Най	68303,3
	Заповедник Бинь Чау - Фьок Быу	Бария-Вунгтау	11293,0
	Заказник Нуй Ба Ра	Бинь Фьок	854,3
Дельта рек Хонг и Меконг	Национальный парк Трам Чим	Донг Тап	7313,0
Итого			195021,5

Объекты исследований включают различные виды ООПТ Вьетнама: 4 национальных парка, 3 заповедника, 1 заказник. В стране преобладают национальные парки и заповедники и они играют наиболее важную роль в формировании биоразнообразия природы, поэтому исследуются нами они в большем количестве. Для исследований в Северо-восточном горном районе выбраны 1 объект исследования, площадью 10048,0 га, а в районе хребта Хоанльеншон – 1 объект, площадью 28509,0 га, в районе хребта Чыонгшон – 5 ООПТ, площадью 149151,5 га, а в дельтах рек Хонг и Меконг – 1 объект исследования площадью 7313,0 га (таблица 3.1). Таким образом, по числу объектов и исследуемой площади первое место занимает район хребта Чыонгшон. Это самый насыщенный район Вьетнама по наличию ООПТ, поэтому и исследуется наибольшая площадь.

Схема расположения объектов исследований и их функциональное назначение приводится на рисунке 3.1.

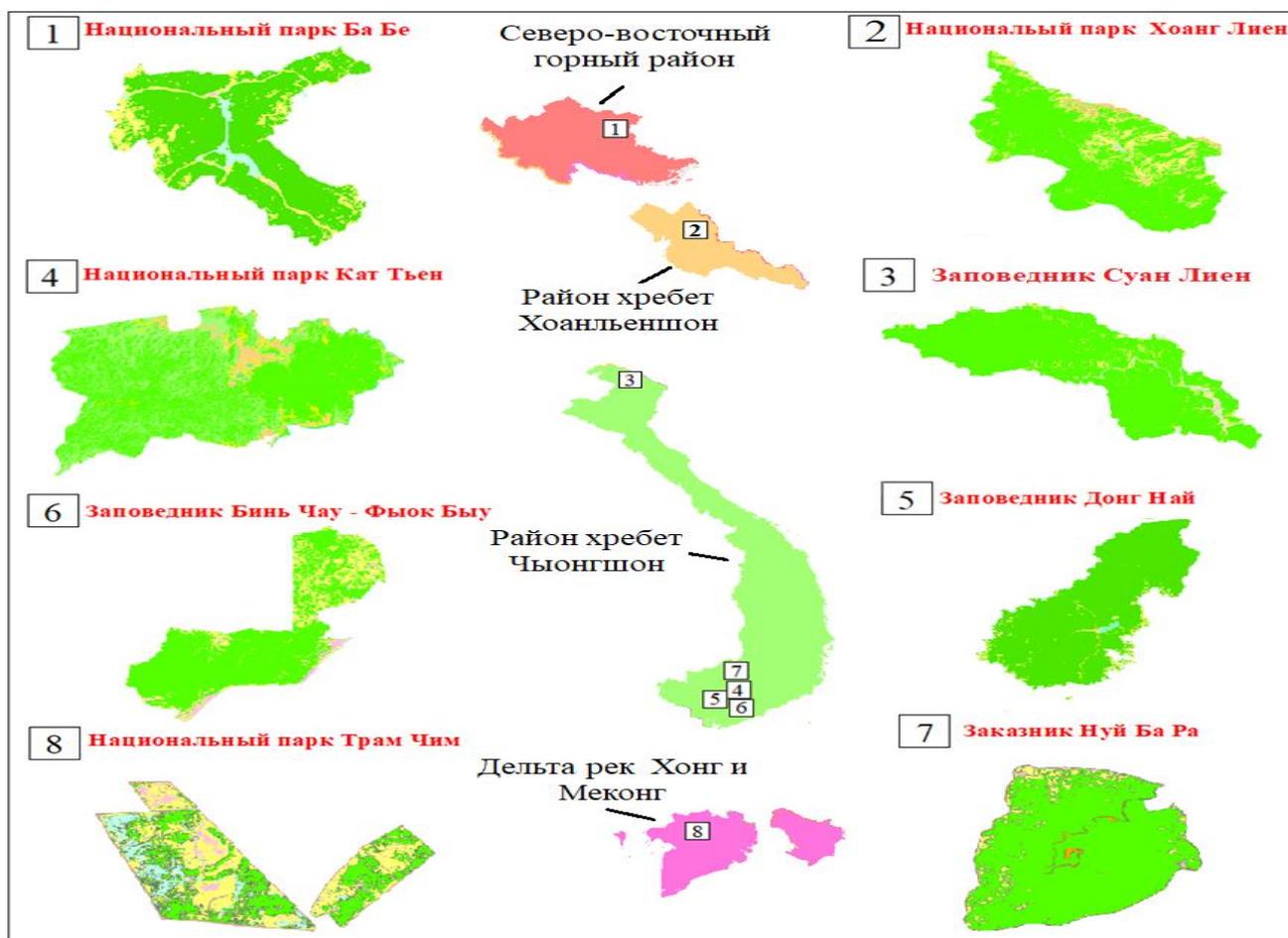


Рисунок 3.1 – Расположение объектов исследований по географическим районам

Национальный парк Ба Бе является особо охраняемой природной территорией (ООПТ) Вьетнама. Объект исследования, расположенный в провинции Бак Кан, площадью 10048,0 га, между 22°20' – 22°29' северной широты и 105°33' – 105°42' восточной долготы. Объект создан на основании «Запретного леса Ба Бе» в соответствии с решением премьер-министра Социалистической Республики Вьетнам № 83/1992/ТТг от 10.11.1992 года [88] с целью сохранения самых больших естественных экосистем: лесной и водно-болотной. Национальный парк Ба Бе признан в 1996 году историко-культурным памятником национального значения, а в 2003 году – парком наследия Ассоциации государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН).

Национальный парк расположен в горной местности на высотах от 150 до 1098 м над уровнем моря. В растительности заповедника преобладают вечнозеленые влажные леса на известняковых почвах, типичных для Северо-восточного горного района Вьетнама. В центре объекта находится озеро Ба Бе, которое признано в 2011 году Рамсарским угодьем (международное значение) Организаций Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Отсюда можно заключить, что

национальный парк Ба Бе является одним из важнейших национальных парков в системе ООПТ Вьетнама.

Национальный парк Ба Бе расположен в административной границе 7 коммун 2 округов (Чо Дон, Ба Бе). По сравнению с другими национальными парками Вьетнама, Ба Бе сложен в управлении из-за большой площади и значительного числа жителей (более чем 3000 человек), проживающих на его территории. Коренные жители работают в системе хозяйственных мероприятий ООПТ, имеют низкий заработок и физический труд. В последние годы по инициативе администрации парка стал развиваться экологический туризм и постепенно объект становится одним из крупнейших центров экотуризма во Вьетнаме. Туристическая деятельность способствует развитию экономики коренных народов, а также позволяет сохранить природные ресурсы.

Национальный парк Хоанг Лиен создан в соответствии с Решением премьер-министров Вьетнама № 90/2002/QĐ-TTg от 12.07.2002 года о передаче «Заповедник Хоанг Лиен - Ша Па» в «Национальный парк Хоанг Лиен» [110]. Парк создан для сохранения разнообразия ландшафтов высокогорных экосистем. Объект исследований расположен в 2 провинциях: Лао Кай и Лай Чау, относящихся к району хребта Хоанльеншон Вьетнама. Площадь национального парка составляет 28509,0 га, его географические координаты: 22°06' – 22°17' северной широты и 105°55' – 106°05' восточной долготы. Национальный парк располагается на высоте более 1000 м над уровнем моря, включая самую высокую гору Фансипан в Юго-Восточной Азии, высотой 3143м. Вершина горы является местом раздела субтропического и умеренного климатов со среднегодовой температурой от 16°C до 18°C. Благодаря особым климатическим условиям и топографии, лесонасаждения парка богаты разнообразием видов. Национальный парк Хоанг Лиен выбран МСОП в качестве центра сохранения видов растений по программе Ассоциации по защите растений в природной экосистеме. Глобальный международный экологический фонд классифицирует парк, как объект с самым высоким разнообразием растений во Вьетнаме. Этот объект в 2006 году признан АСЕАН парком наследия [55].

На территории национального парка проживает 10 287 человек, разбросанных по 19 деревенским коммуна: Та Ван, Бан Хо, Лао Чай, Сан Са Хо (район Сапа, провинция Лао Кай) и Чунг Донг, Сон Бинь (провинция Лай Чау). До формирования национального парка, местные жители поселялись в данном лесном массиве и создавали деревни, где

21% домохозяйств жили в бедности [114]. Средствами существования коренных народов, проживающих в данной местности, являлись влажный рис, выращенный на террасах гор, древесина и недревесные ресурсы леса. С развитием экономики региона, земли, находящиеся ниже 1500 м над уровнем моря стали подвергаться усиленному освоению местным населением, в том числе и леса [28]. После создания национального парка проводились Правительством Вьетнама различные программы по защите, охране и восстановлению лесов и добились определенных успехов [110]. Состояние лесных экосистем в национальном парке Хоанг Лиен последнее время существенно улучшилось.

Заповедник Суан Лиен является одним из пяти основных центров биоразнообразия природы Вьетнама. Заповедник Суан Лиен создан в соответствии с Решением председателем Народного комитета провинции Тхань Хоа Вьетнама № 1476/QĐ-UB от 15.06.2000 года [68]. Заповедник Суан Лиен расположен в районе Тхьонг Суан, к юго-западу от провинции Тхань Хоа Вьетнама. Объект исследования, площадью 27648,2 га, находится между 19°50' – 20°02' северной широты и 104°58' – 105°19' восточной долготы. Заповедник Суан Лиен является одной из четырех зон эндемичных птиц во Вьетнаме и 221 зон эндемичных птиц в мире, которая является приоритетной с точки зрения сохранения биоразнообразия. Заповедник расположен в экологической зоне «Район хребта Чьонгшон». Этот географический район включен в список 200 экологических зон, которые должны глобально защищаться для будущего поколения населения [86]. Суан Лиен примыкает к заповеднику Пху Хоат (провинция Нге Ан, Вьетнам) и заповеднику Нам Хам в Лаосской Народно-Демократической Республике. Благодаря особому географическому положению, заповедник Суан Лиен и две оставшиеся охраняемые территории образуют большую площадь, что способствует сохранению редкой и эндемичной флоры и фауны.

Заповедник расположен на высоком горном хребте, простирающемся от провинции Хуапхан (Houaphan) в Лаосе до провинции Тхань Хоа во Вьетнаме, с самым высоким пиком 1605 м над уровнем моря. До создания заповедника Суан Лиен в этом районе проживало более 2000 семей, из которых 46,6% являлись бедными. Основное занятие местных крестьян - выращивание влажного риса на холмах. До создания заповедника влияние местных жителей на сокращение древесной растительности являлось очевидным. Кроме того, проблемой заповедника Суан Лиен является

изменение водного ландшафта, вызванное развитием гидроэнергетики. В заповеднике Суан Лиен построен и вступил в действие в 2010 году гидроузел Кыа Дат. Помимо экономических выгод, развитие гидроэнергетики на охраняемых территориях имеет множество последствий для окружающей среды и природных экосистем. Растения и животные весьма чувствительны к изменению водного режима территории, многие виды живой природы исчезли.

Национальный парк Кат Тьен как природный ландшафт стал охраняемым в 1978 году, первоначально он назывался «Запретный лес Нам Кат Тиен». Правительство Вьетнама приняло решение №08-СТ от 13.01.1992 года «О создании национального парка Кат Тиен (в провинции Донг Най) на основе запретного леса Нам Кат Тиен» [34]. В 1998 году площадь национального парка Кат Тьен в провинции Донг увеличилась благодаря слиянию его с природным заповедником Кат Лок в провинции Лам Донг и заповедником Тау Кат Тьен в провинции Бинь Фьюк. В настоящее время этот объект является одним из самых важных и крупнейших национальных парков в равнинной местности Вьетнама с редкими тропическим лесами. Исследования нами проводились в южной части национального парка Кат Тьен в провинции Донг Най. Объект, площадью 41052,9 га, заложен в районе хребта Чьонгшон, между 11°20' – 11°32' северной широты и 107°11'– 107°28' восточной долготы [87].

На юго-западе к национальному парку Кат Тьен примыкает граница другого природного заповедника Донг Най, который обладает уникальным климатом, поскольку расположен в переходной зоне между горным климатом (южный район хребта Чьонгшон) и дельтой реки Меконг. Благодаря благоприятному климату, в парке отмечается богатое разнообразие видов растений, особенно ценных старовозрастных древесных пород. Секретариат Рамсарской конвенции включил 08.04.2005 года в территорию парка систему водно-болотных угодий Бау-Сау, имеющую международное значение. С 2011 года парк признан в рамках программы ЮНЕСКО частью всемирного биосферного заповедника Донг Най.

Национальный парк Кат Тьен расположен на равнине, самая высокая отметка которой достигает 372 м над уровнем моря. На объекте исследований встречаются болота и озера, которые подпитываются паводками, благодаря подъему воды в реке Донг Най. Благодаря таким природным особенностям, в национальном парке Кат Тьен встречаются разнообразные категории земельных угодий: широколиственные,

смешанные и бамбуковые леса, кустарники, пресноводные водно-болотные участки, сезонно затопляемые луга и другие.

Часть растительности парка погибла во время войны США во Вьетнаме, когда на земельные угодья распыляли дефолиантные гербициды. Дополнительный ущерб лесному покрову нанесен сразу после окончания войны путем самовольной рубке древостоя. По сей день на данном объекте ООПТ имеются лесные участки, где насаждения имеют низкую полноту и густоту, хотя встречается бамбуковый и травяной покров. Кроме того, этнические группы населения, проживающие вблизи границы национального парка, вырубает древостой и выжигают корневые системы для дальнейшего выращивания сельскохозяйственных культур. Однако, по сравнению с общей площадью парка, вырубки и гари составляют незначительную долю, но структура земельных угодий ООПТ под воздействием человека изменилась. Благодаря принимаемым мерам Правительством Вьетнама, по охране, защите и восстановлению лесов природная экосистема постепенно восстанавливается.

Природно-культурный заповедник Донг Най является правопреемником объекта Винь Кыу, созданного Постановлением Правительства Вьетнама 02.12.2003 году [26]. Позже данный земельный участок объединили с заповедником водно-болотных угодий Чи Ан. Укрупненный объект получил новый статус «Природно-культурный заповедник Донг Най» [30], на котором проводились наши исследования. Объект, расположенный в провинции Донг Най, занимает площадь 68003,3 га, расположен между $11^{\circ}31'$ – $11^{\circ}06'$ северной широты и $106^{\circ}52'$ – $107^{\circ}13'$ [14] восточной долготы. Северо-восточная часть заповедника граничит с национальным парком Кат Тьен.

Природно-культурный заповедник создан для восстановления биологического разнообразия естественных природных экосистем в бассейне реки Донг Най [3]. Объект исследования является типичной природной экосистемой в районе хребта Чыонгшон [31], которая нуждается в срочном восстановлении лесных массивов. Согласно всемирного фонда дикой природы "Глобальные экологические проблемы – 200" [117], лесная экосистема в горах Чыонгшон включена в список регионов мира, нуждающихся в срочном восстановлении лесов после сплошных рубок. В заповеднике обитают многие представители дикой природы, включая редкие и исчезающие виды, занесенные в Красную книгу Вьетнама и МСОП [4]. По решению международного координационного

комитета ЮНЕСКО и программы «Человек и биосфера» от 29 июня 2011 года заповедник Донг Най, окружает национальный парк Кат Тьен, буферные и переходные зоны вокруг которого также признаны всемирным биосферным заповедником Донг Най.

Заповедник Донг Най находится в переходной зоне рельефа и климата: между дельтой реки и горами. Он расположен на двух основных типах местности: холмистая и равнинная. Высота местности над уровнем моря постепенно уменьшается с севера на юг с 340 до 10 м [16]. В растительном покрове земельных угодий заповедника преобладают влажные тропические широколиственные леса, произрастающие на равнинной низменности. Кроме того, заповедник имеет широко развитую дорожную сеть, тесно связанную с национальной системой автомагистралей Вьетнама, благодаря близкому расположению крупного города Хошимина. На землях заповедника имеется много озер, самым крупным из которых является озеро Ба Хао, расположенное в центре объекта. Ранее, во время военных действий США во Вьетнаме, часть территории объекта исследования опрыскивалась токсичными химическими веществами, что привело к серьезным изменениям в структуре земельных угодий. В настоящее время осуществляются программы Правительства Вьетнама и международных организаций по преодолению последствий войны и увеличению разнообразия видов растений и животных в заповеднике. В результате принятых Правительством мер за послевоенные годы отмечается тенденция восстановления лесных угодий, сокращение площадей непокрытых древесной растительностью земель, санитарное состояние и качество лесных насаждений улучшается.

Заповедник Бинь Чау - Фьюк Бью находится в сухой зоне Вьетнама. В соответствии с Постановлением Премьер-министра Вьетнама № 194/СТ от 09.08.1986 года [86] заповедник признан ООПТ страны. Объект исследования расположен в провинции Бария-Вунгтау, площадью 11293,0 га. Его географические координаты 10°27'–10°38' северной широты и 107°24'– 107°34' восточной долготы. Средняя температура в заповеднике составляет 25,8°С, а среднее количество выпадающих осадков равно 1396 мм.

Заповедник Бинь Чау - Фьюк Бью находится на низкой равнине, 3-5 м над уровнем моря, является единственной экосистемой на низменности, на побережье Вьетнама с сохранившимся естественным древостоем с преобладанием растений семейства Диптерокарповые (*Dipterocarpaceae*). Объект Бинь Чау - Фьюк Бью относится

к району хребта Южный Чыонгшон, одному из 223 важных экологических районов, определенных всемирным фондом дикой природы (World Wildlife Fund), где обитают редкие, ценные и эндемичные виды флоры и фауны, занесенные в Красную книгу Вьетнама и МСОП [62]. В заповеднике мало ручьев и рек, но есть несколько озер, таких как Бау Нам, Бау Трон и Хо Кок. Озера разбросаны по всей территории заповедника, в крупных из них вода имеется круглый год, а мелкие озера пересыхают в сухой сезон. На юге заповедника находится песчаная дюна длиной 12 км, расположенная вдоль побережья озера «Хо Трам». Кроме деревьев, в заповеднике произрастают и другие жизненные формы растений: кустарники, лианы и травы.

В буферной зоне заповедника Бинь Чау - Фыок Быу проживает около 40 тысяч человек. Доход большинства населения определяется объемом сельскохозяйственного производства, аквакультуры и рыболовства. Бедные домохозяйства составляют 18,45%. Крестьянские хозяйства объединены в коммуны, но средняя площадь землевладения не превышает 0,3 га, на которых выращивается сельскохозяйственная продукция. Из-за сухого климата и низкой продуктивной почвы крестьяне получают лишь один урожай риса в год. Некоторые крестьянские хозяйства страдают от нехватки пахотных земель и рабочих мест. Из-за ограниченной площади земель для сельскохозяйственного производства бедные крестьянские хозяйства часто незаконно заготавливают древесину в лесу для производства древесного угля и корчуют пни на вырубках под выращивание сельскохозяйственной продукции, что приводит к деградации лесных угодий. В туристической зоне заповедника ведется строительство дорог, что повышает доступность лесов местному населению. В последние годы отмечаются изменения площади и состояния земельных угодий заповедника, что приводит к сокращению числа видов, а многие популяции оказались под угрозой исчезновения.

Заказник Нуй Ба Ра площадью 854,3 га, расположен в провинции Бинь Фыок. Географические координаты его таковы: 11°48' – 11°50' северной широты и 106°59' – 107°01' восточной долготы.

Заказник Нуй Ба Ра создан для охраны лесов, выполняющих водоохранную и водозащитную роли в районе. Объект сформирован в соответствии с Постановлением премьер-министра Вьетнама №194/СТ от 09.08.1986 года [61], Центром заказника является гора Ба Ра, вершина которой располагается на высоте 723 м над уровнем моря, её высота возвышается в районе хребта Чыонгшон Вьетнама. Это - одна из трех самых

высоких вершин на юго-востоке Вьетнама. В заказнике Нуй Ба Ра до настоящего времени сохранились останки баз и храмов, построенных во время боевых действий США во Вьетнаме. Благодаря этим останкам в соответствии с постановлением министра культуры Вьетнама № 1556/ВТ от 20.04.1995 года [148], заказник Нуй Ба Ра признан культурно-историческим памятником национального значения.

В растительном покрове заказника Нуй Ба Ра преобладают смешанные леса, травянистые растения и кустарники. Лесная экосистема заповедник длительное время подвергалась антропогенному воздействию: а) при строительстве антенны телецентра на вершине горы, б) при расчистке лесных земель для сельскохозяйственного производства из-за нехватки таковых, в) развития транспортной инфраструктуры в районе, г) незаконной эксплуатации лесных ресурсов. Эти воздействия на лесную экосистему повлияли на биоразнообразие ландшафтов. С 1996 года администрация заказника проводит хозяйственные мероприятия по улучшению земельных угодий и их доступностью. Это: посадка лесных культур, совершенствование охраны от пожаров и защиты насаждений от вредителей и болезней, строительство дорожно-тропиночной сети для отдыхающих. С 2003 года на этом объекте реализуется проект по развитию экологического туризма. Посещают ООПТ в течение года несколько миллионов туристов из разных районов Вьетнама и других зарубежных стран. Такое большое число рекреантов отрицательно влияет на состояние лесных угодий.

Национальный парк Трам Чим является единственным водно-болотным угодьем в провинции Донг Тап Мьюи. Парк характеризуется уникальной средой обитания птиц в Юго-Восточной Азии и во Вьетнаме. В 1991 году парк переводится в ООПТ для защиты нескольких видов редких птиц, особенно рыжего журавля (*Gruis antigone sharpii*), и других видов, перечисленных в Красной книге МСОП. Первоначально парк называли природный заповедник Трам Чим. В 1998 году он получил статус национального парка Трам Чим. С 2012 года в соответствии с Рамсарской конвенцией (The Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat) парк признан водно-болотным угодьем ООПТ международного значения. Объект исследований, площадью 7313,0 га расположен в дельте реки Меконг, между 10°40' – 10°47' северной широты и 105°27' – 105°37' восточной долготы [85].

Парк расположен на низкой равнине, самая высокая отметка – 2-3 м, самая низкая

- 0,4 м над уровнем моря. Температура воздуха в течение всего года высокая, в среднем около 27°C. Среднегодовая влажность колеблется в пределах 82 - 83%. Осадки распределяются сезонно, в среднем около 1650 мм в год. Сезон дождей длится с мая по ноябрь, более 90% осадков выпадает в этот период. Между тем январь, февраль и март - самые сухие месяцы, в это время почти нет дождя.

Национальный парк Трам Чим окружен системой каналов общей протяженностью до 59 км. Основными видами земель в ООПТ являются: мелалеуковые леса, луга и водно-болотные угодья. Из-за антропогенного воздействия большинство первичных мелалеуковых лесов уничтожено, в настоящее время произрастают только искусственные мелалеуковые насаждения. Тем не менее, благодаря проводимых в течение многих последних лет мероприятий, площадь мелалеуковых лесов постепенно увеличивается и равномерно распределяется по территории национального парка.

Вьетнам является страной, сильно пострадавшей от изменения климата [27], особенно в дельте реки Меконг. В национальном парке Трам Чим с 1991 по 2014 год среднегодовое повышение температуры воздуха составляло около 0,62°C в год, в сухой сезон отмечается сильная засуха. В период засухи возникают лесные пожары. Как отметили в администрации парка, за 10 лет начала XXI века в национальном парке произошло более 90 пожаров по причине сухой погоды и небрежного обращения с огнем человека. Кроме того, в некоторых частях парка отмечается самовольная сплошная рубка леса и незаконная эксплуатация водно-болотных ресурсов. Выше названные природные и антропогенные факторы являются угрозой для биоразнообразия ландшафтов и нарушают структуру земельных угодий в национальном парке Трам Чим.

3.2 Материалы и методика исследований

Материалы исследований. При исследованиях использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученные с космических снимков различных типов: Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM⁺, Landsat-8 OLI и Sentinel-2A,B. Космоснимки получены в сухой сезон, но в разные годы (с 1988 по 2019 годы, при облачности менее 10%). Снимки загружены с сайта департамента геологической службы Соединённых Штатов Америки. Для каждого типа ООПТ космоснимки, состоящие из трехлетних разновременных спутниковых изображений представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сведения о космоснимках при исследованиях

Название источника	Название снимка	Формат изображения	Дата создания	Пространственное разрешение
Национальный парк Ба Бе	LT51270451992295BJC02	Landsat-5	21.10.1992	30 м
	LT51270442003357BJC00		23.12.2003	
	LC81270442019273LGN00	Landsat-8	30.09.2019	
Национальный парк Хоанг Льен	LT51280452003060BJC00	Landsat-5	01.03.2003	30 м
	LT51280452009044BJC01		13.02.2009	
	L1C_T48QUK_A023367_20191213T034814	Sentinel-2A	13.12.2019	20 м
Заповедник Суан Лиен	LE71270462000309SGS01	Landsat-7	11.04.2000	30 м
	LT51270462010040BKT00	Landsat-5	09.02.2010	
	LC81270462020068LGN00	Landsat-8	08.03.2020	
Национальный парк Кат Тьен	LT51240521988007BKT00	Landsat-5	07.01.1988	30 м
	LE71240522003072BKT01	Landsat-7	13.03.2003	
	L2A_T48PYT_A019234_20190227T031435	Sentinel-2A	27.02.2019	20 м
Заповедник Донг Най	LE71240522003024EDC00	Landsat-7	24.01.2003	30 м
	LT51240522011038BKT00	Landsat-5	07.02.2011	
	LC81250522019051LGN00	Landsat-8	20.02.2019	
Заповедник Бинь Чау - Фьок Быу	LT51240531988055BKT00	Landsat-5	24.02.1988	30 м
	LE71240532003056BKT00	Landsat-7	25.02.2003	
	L1C_T48PYS_A023524_20191224T032211	Sentinel-2A	24.12.2019	20 м
Заказник Нуй Ба Ра	LT51250521995033CLT00	Landsat-5	02.02.1995	30 м
	LT51250522007034BKT00		03.02.2007	
	L1C_T48PYU_A019234_20190227T031435	Sentinel-2A	27.02.2019	20 м
Национальный парк Грам Чим	LT51250531991326BKT00	Landsat-5	22.11.1991	30 м
	LT51250532006063BKT00		04.03.2006	
	L1C_T48PWS_A010154_20190215T033330	Sentinel-2B	15.02.2019	20 м

Для лучшей идентификации типов растительного покрова и оценки точности классификации земельных угодий нами использованы вспомогательные данные. В частности, изображения высокого разрешения в Google Earth Maps, аэрокосмическая съемка, полевые наблюдения на различных категориях земельных угодий, знания места обучения и официальные цифровые карты землепользования административных округов Вьетнама (включая объекты исследования) масштаба 1:25000. Карта

землепользования получены из Министерства природных ресурсов и окружающей среды Вьетнама включая сведения о всех видах угодий: лесопокрытые и непокрытые лесом земли, дороги, осушительные каналы, луга и кустарники, озеро, реки и ручьи и неиспользуемые земли.

Для прогноза состояния земельных угодий к 2035 году на объектах исследований почвенные карты в масштабе 1: 100000 получены из Департамента природных ресурсов и окружающей среды провинций Тхань Хоа, Бак Кан и Донг Най. Из этих карт получены сведения о гранулометрическом составе почвы на объектах исследований. Данные о цифровой модели рельефа (DEM) на объектах исследований с разрешением 30м загружены с веб-сайта Earth Explorer Геологической службы США. Для обработки данных DEM, для разработки карт рельефа и уклона местности опытных объектов использовалась программа ArcGIS. В базе данных государственных дорог страны и жилых районов населенных пунктов на картах состояния землепользования созданы карты расстояний до них.

Методика исследований включала несколько этапов. *Предварительная обработка снимков* – это коррекция и улучшение спутниковых изображений. Она является важной процедурой и имеет уникальную цель – создать прямую связь между биофизическими явлениями на земли и полученными данные ДЗЗ [95]. При исследованиях нами для данных Landsat-5,7 проведена радиометрическая, а для данных Landsat-8 и Setinel-2 – атмосферная калибровка.

Радиометрическая калибровка – это процесс преобразования необработанных цифровых значений DN (Digital Numbers) исходного изображения в физические единицы, чтобы их можно сравнивать с другими данными ДЗЗ. Первый этап обработки для данных Landsat-5,7 заключался в переводе значений DN спектральных каналов в значения яркости (Radiance), используя параметры калибровки сенсоров спутника [12, 90] по формуле (3.1):

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{max} - L_{min}) \cdot (Q_{cal} - Q_{calmin})}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} + L_{min}, \quad (3.1)$$

где L_{λ} – количество приходящего излучения ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$); L_{max} – максимальное значение спектральной радиации для датчика спутника конкретного снимка ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$); L_{min} – минимальное значение спектральной радиации для конкретного датчика спутника для конкретного снимка ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$); Q_{cal} – калиброванные значения яркости пикселя космоснимка (собственно DN); Q_{calmax} – максимальное калиброванное

значение DN; Q_{calmin} – минимальное калиброванное значение DN.

Радиометрическая калибровка данных Landsat-5,7 – перевод значений яркости (L_λ) в коэффициент отражения верхних слоев атмосферы (Top of Atmosphere – TOA) [12], при этом использовалась формула (3.2):

$$P_\lambda = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos\theta_s}, \quad (3.2)$$

где P_λ – коэффициент отражения верхних слоев атмосферы (TOA); π – число 3,14, математическая постоянная; L_λ – значение яркости, измеренное сенсором; d – расстояние от Земли до Солнца в астрономических единицах; $ESUN_\lambda$ – среднее солнечное экзотмосферное излучение ($W/(m^2 \cdot \mu m)$); θ_s – зенитный угол Солнца. Все константы находились в файле метаданных.

Атмосферная коррекция (калибровка) проводилась для устранения искажающих эффектов атмосферы и преобразования отражения в фактическое его значение, которое получилось бы при измерении с поверхности Земли. Атмосферная коррекция для Landsat-8 вычислялась по формуле (3.3) [40]:

$$P_\lambda = \frac{Mp * Qcal + Ap}{\cos(\theta_s)}, \quad (3.3)$$

где P_λ – значение верхнего атмосферного планетарного отражения радиации (TOA planetary reflectance); Mp – каналоспецифичный мультипликативный расчётный фактор (REFLECTANCE_MULT_BAND_x), где x – это номер канала) – для усиление значения отражения; $Qcal$ – калиброванные значения яркости пикселя космоснимка (собственно DN); Ap – каналоспецифичный аддитивный расчётный фактор (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, где x – это номер канала) – для смещение значения отражения; θ_s – зенитный угол Солнца.

Предварительная обработка данных Landsat-5,7,8 проводилась в программе ArcGis 10.5 [36]. Для получения атмосферной коррекции данных Sentinel-2B использовалось программное обеспечение SNAP с алгоритмом процессора Sen2Cor [24].

Обнаружение изменений - это процесс выявления различий в состоянии объекта или явления путем наблюдения за ним в разное время года. Своевременное и точное обнаружение изменений характеристик поверхности Земли обеспечивает основу для лучшего понимания взаимосвязей и взаимодействий между человеком и природным явлением, чтобы лучше управлять и использовать ресурсы.

Для оценки изменения состояния земельных угодий использованы индексы растительности, которые широко используются учеными в экологических исследованиях и управлении ресурсами. Среди существующих индексов (NLVI, EVI, NDVI, CVI, TRUE COLOR) наиболее часто используется полученный со спутника нормализованный индекс растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) из-за его простоты, доступности и полезности в различных экосистемах [84, 96, 123, 139, 153].

Индекс NDVI характеризует плотность (густоту) растительного покрова [10, 71] и определяется по интенсивности (фитомассе) развития растений и вычисляется по формуле (3.4) [132]:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (3.4)$$

где *RED* – коэффициент отражения в красной спектральной зоне; *NIR* – коэффициент отражения в ближней инфракрасной зоне.

Индекс NDVI может принимать значения от – 1 до +1 [2], но для растительности характерны только положительные значения индекса NDVI, при этом, чем больше ее фитомасса, тем его значения выше [22].

Индекс NDVI чувствителен к изменению атмосферного и почвенного фона. Для уменьшения воздействия почвенного и атмосферного фона предложен усовершенствованный вегетационный индекс (EVI). Однако, на него сильно влияют факторы рельефа (топографический эффект), особенно в горных районах [153].

Индекс NDVI использовался в кипарисовых лесах высокой плотности в горной местности Японии (Matsushita и др., 2007 [96]). Район исследований характеризуется густой лесной растительностью, которая расположена на горном рельефе. Поверхность лесного покрова на исследуемой территории однородна. Значения NDVI составляет примерно 0,8 в любой топографии местности. Заключение статьи свидетельствует, что в горных районах с высокой плотностью растительности индекс NDVI дает надежные результаты по мониторингу земель. Его рекомендуют использовать для оценки плотности древесной растительности на земельных участках (Steyer G. D. и др. (2013) [136], Zhanmang Liao. и др. (2015) [153], Nguyen Trong Cuong и др. (2019) [116], Tasneem Ahmed и Dharmendra Singh. (2020) [139]).

Для мониторинга земельных угодий, космоснимки, использованные при исследовании, подбирались около полудня в сухой, солнечный, безоблачный день. Кроме того, площадь земель с бедной растительностью на ООПТ Вьетнама довольно мала. Поэтому, искажения, обусловленные влиянием атмосферного и почвенного фона на значение индекса NDVI в исследуемых районах страны ничтожны. Кроме того, 93,7% площади охраняемых территорий Вьетнама расположены в холмистых и горных районах. Поэтому, основываясь на характеристиках источника спутниковых данных, топографических характеристиках территории, для мониторинга плотности растений на охраняемых территориях Вьетнама использован индекс NDVI для обеспечения достоверности результатов исследований.

Для расчета индекса NDVI по космоснимкам Landsat-5,7 использовались следующие спектральные каналы: B3 (RED), B4 (NIR), для Landsat-8 – B4 (RED), B5 (NIR), а для Sentinel-2A,B – B4 (RED), B8 (NIR) [77]. Земельные угодья ООПТ по плотности растительного покрова разделялись на три категории: низкая ($0 \leq NDVI < 0,2$), средняя ($0,2 \leq NDVI < 0,5$) и высокая ($NDVI \geq 0,5$).

Для выявления площади поверхностных вод, находящихся в водно-болотных угодьях выбран среди множества индексов (NDWI, MNDWI, WRI, NDVI и AWEI) нормализованный разностный водный индекс – NDWI (McFeeters S. K., 1996). Его показатели дали лучшие результаты, чем другие индексы с использованием данных ДЗЗ [78, 99, 122, 131, 135]. Этот индекс вычислялся по формуле (3.5) [98]:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}, \quad (3.5)$$

где GREEN – коэффициент отражения в зеленой области спектра; NIR – коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра.

Значения индекса NDWI лежат в диапазонах от -1 до $+1$ [23, 45]. Для водных объектов характерны только положительные значения индекса NDWI, а растительность и почва имеют нулевые или отрицательные значения. Этот индекс для мониторинга водных объектов использовали Hasan M. и Moody A. (2017) [78], Memon A. A. и др. (2015) [99], Özelkan E., Sivanpillai R. и др. (2020) [122, 135].

Мониторинг водно-болотных угодий проводился по значению индекса $NDWI \geq 0$. Для расчёта индекса NDWI в космоснимках Landsat-5,7 использовались следующие спектральные каналы: 2 (GREEN), 4 (NIR), Landsat-8 – 3 (GREEN), 5 (NIR), а

Sentinel-2A, B – 3 (GREEN), 8 (NIR). Идентификация водных объектов проведена в летний период исследований по значениям индекса NDWI.

Классификация состояния земельных угодий- процесс преобразования данных ДЗЗ в тематические сведения [118]. Его основная цель состоит в том, чтобы поместить все пиксели на изображении в классы растительного покрова для извлечения полезной тематической информации. За последние годы для анализа данных ДЗЗ разработан ряд алгоритмов классификации на основе пикселей. К наиболее популярным относится классификатор максимального правдоподобия (MLC), опорные векторы (SVM) и деревья решений (DT) [120]. Среди них метод MLC считается наиболее точной схемой классификации, поскольку признан стабильным и надежным классификатором с высокой точностью [51, 93, 141]. Метод MLC широко используется во многих приложениях ДЗЗ, такие как Ahmad (2012) [46], Cheruto M. C. и др. (2016) [54], Hassan M. M. и др. (2017) [123], Auwalu F. K. (2020) [52].

Классификация состояния земельных угодий нами проводилась методом максимального правдоподобия, который предполагает нормальное распределение значений отражения растительности каждым видом угодий и при этом вычислялась вероятность принадлежности отдельного пикселя к определенному классу растительного покрова. Инструментом классификации по данному алгоритму являлась программа ENVI 5.3 [33]. По результатам полевых наблюдений и материалам космоснимков соответствующие категории растительного покрова объединены в 8 основных категорий земельных угодий. Количество категорий земельных угодий, выбранных при исследовании, основано на разработанной нами классификации земельных угодий ООПТ Вьетнама и практических ограничениях датчиков Landsat и Sentinel-2.

Обучающие выборки. Для дешифрирования методом контролируемого алгоритма максимального правдоподобия требуется наличие библиотеки готовых обучающих выборок (спектральных сигнатур) [40]. Классификация земельных угодий проведена, чтобы назначить различные спектральные сигнатуры данных ДЗЗ для различных видов земельных угодий. Это сделано на основе различных характеристик отражения земельных участков. Для каждой заранее определенной категории угодья выбраны обучающие выборки путем разграничения полигонов вокруг репрезентативных участков. Спектральные сигнатуры соответствующих категорий земельных угодий,

полученные со спутниковых изображений, записаны с использованием пикселей, заключенных в эти многоугольники. Удовлетворительная спектральная сигнатура является гарантией того, что существует «минимальная путаница» между покрываемыми земными покровами. Различные цветосинтезированные изображения использованы для улучшения визуализации различных объектов земного покрова в космоснимках. Ложные цветовые композиты изображений NIR-RED-GREEN и SWIR-NIR-RED применены для идентификации различных уровней роста растительности и для разделения различных оттенков растительности. В частности, NIR, RED, GREEN, SWIR-1 – это коэффициент отражения в ближнем инфракрасном, красном, зелёном и среднем инфракрасном 1 спектральном канале, соответственно. Другой цветовой композит изображения SWIR-2 (средний инфракрасный 2), NIR (ближняя инфракрасная) и RED (красная) комбинация каналов, которые чувствительны к изменениям влагосодержания, применялись при идентификации застроенных участков (дороги и земля исторических памятников) и непокрытые растительностью земли. Кроме того, снимки Google Earth, дополнительные полевые наблюдения, базовые карты ArcGIS, знание места обучения, карта землепользования объектов ООПТ позволили установить основные типы земного покрова для повышения надежности собранных сигнатур. Для контролируемой классификации выбраны от 45 до 55 обучающих выборок каждой основной категории земельных угодий. Количество обучающих выборок класса растительного покрова варьировалось в зависимости от его простоты идентификации и уровня изменчивости. Расположение обучающих выборок определялась случайным образом и распределено по пространству объектов исследований. Библиотека спектральных сигнатур, созданная на этапе обучающих выборок, как в лаборатории, так и в полевых условиях, введена в классификатор максимального правдоподобия для классификации спутниковых изображений. Для оценки изменения земельных угодий после классификации проведена инвентаризация их площадей во время наблюдений. Основой для оценки динамики растительности за эти годы явились ранее разработанные нами карты состояния земельных угодий.

Оценка точности является основой качества и надежности карты, она показывает степень согласованности между тем, что истинно находится на земельном участке и результатами классификации. Самый распространенный способ оценки точности классифицированных данных – создание набора случайно расположенных

точек на основе истинных сведений и сравнение их значений с классифицированными данными, используя матрицу ошибок. Истинные сведения можно наблюдать прямо в поле или косвенно по справочной карте. Для оценки точности классифицированных изображений искались случайные распределения таких точек проверки по всему району. Классифицированные изображения сравнивались нами с истинными значениями. Из общего количества точек выборки 60% использованы для классификации (обучающие выборки), тогда как остальные (тестовые выборки) использованы для оценки точности. Места расположения точек проверки случайным образом распределялись по объектам исследований.

Составлялась матрица ошибок, которая представляла таблицу сравнения итоговой карты с эталонными значениями, на основе которой устанавливались четыре результата расчета: точность пользователя, точность производителя, общая точность и индекс Каппа. Точность пользователя – это общее количество правильных пикселей в категории, деленное на их число, которое классифицировано в данной категории (общее количество строк) угодий. Точность производителя – это показатель того, насколько хорошо классифицирован тип (морфология) растительности. Индекс Каппа измеряет согласованность между классификацией и истинным значениям морфологических признаков растительности [24]. Индекс Каппа (K) рассчитывался по формуле [57] (3.6):

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}, \quad (3.6)$$

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

Значение индекса Каппа, равное 1, представляет собой высокую согласованность, а значение 0 – отсутствие результатов классификации со справочными данными. Согласно Landis J. R. [60], согласованность для индексов Каппа характеризуется следующим образом: значения Каппа выше 0,79 – отличные, значения от 0,6 до 0,79 – существенные, а значения 0,59 или менее указывают на умеренное или плохое согласование. Оценка точности проводилась нами в программе ENVI 5.3.

Для прогноза состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама нами выбраны национальный парка Ба Бе, заповедники Суан Лиен и Донг Най, расположенные соответственно в районах хребтов Хоангльеншон и Чыонгшон. Прогноз состояния земельных угодий ООПТ проводился до 2035 года с использованием модели клеточных

автоматов - цепей Маркова. Цепь Маркова впервые введена русским ученым А. А. Марковым в 1906 году [17]. Модель КА-Марков объединяет клеточные автоматы, цепь Маркова, многокритериальные и многоцелевые распределения земли для прогнозирования изменения земной поверхности с течением времени. Модель КА-Марков эффективно сочетает в себе преимущества двух направлений: а) способность моделировать пространственные изменения в сложных природных системах; б) строить долгосрочные прогнозные модели. В этом исследовании модель КА-Марков используется для двух целей: во-первых, для проверки точности моделирования состояния земельных угодий, и во-вторых, для прогноза состояния растительного покрова угодий к 2035 году.

Процесс прогноза состояния земельных угодий с использованием модели КА-Марков позволил: 1) разработать карты пригодности земельных угодий для каждой категории; 2) построить матрицы вероятности перехода состояния земельных угодий и 3) определить базовые карты, количество итераций и фильтров клеточных автоматов [16].

Многокритериальная оценка – это процесс, в котором несколько слоев объединяются для получения одной выходной карты. Карта пригодности создавалась на основе факторов, их весов и ограничений. Значения индекса пригодности на картах варьировали от 0 до 255, где 0 – неподходящие и 255 – весьма подходящие у использованию угодья [113]. Карты пригодности определенных категорий земельных угодий разработаны по методу многокритериальной оценки с помощью модуля «МСЕ» в программе IDRISI [138].

Выбранные факторы являлись критериями, которые в основном влияют на изменение состояния земельных угодий. Считается [128], что близость к существующему индексу пригодности является движущей силой превращения землепользования в конкретный класс в будущем. На основе предыдущих наших исследований по оценке пригодности земельных угодий во Вьетнаме, приведенные в главе 2, использованы следующие группы факторов: 1) природная группа – высота над уровнем моря, уклон местности, мощность почвенного профиля, гранулометрический состав почвы; 2) пространственная группа - расстояние до государственных дорог страны и расстояние до жилых районов населенных пунктов. Факторы представлены в виде карт. Значение фактора в области одной карты может принимать значения от 0 до

255. При этом 0 установлен для неподходящих областей, и чем больше подходящих областей, тем выше значение фактора.

Ограничение - это критерий, запрещающий расширение площади какой либо категории земельных угодий. В данном исследовании в качестве ограничивающих критериев для развития площади растительного покрова считались участки дорог, озера, реки, сельскохозяйственные угодья и застроенные земли. Ограничения выражались в форме булевых карт (Booleanmaps), где для неподходящих областей устанавливалось значение 0, а для подходящих областей – значение 1.

Весы показывают важность факторов для развития текущего состояния определённой категории угодий. Для каждого типа землепользования/ земельного покрова общий вес факторов равен 1. В этом исследовании веса факторов рассчитывались по методу анализа иерархий (МАИ) с помощью модуля «WEIGHT» [94], разработанному американским математиком Томасом Л. Саати в 1991 году [152].

Расчет матрицы вероятности перехода состояния земельных угодий проводилось с использованием цепи Маркова. Цепь Маркова – представляет собой статистический инструмент, который характеризует вероятность изменения состояния угодья от одного периода (t) к другому (t+1) путем разработки матрицы вероятности перехода между двумя периодами [123, 150]. В этих исследованиях модель цепи Маркова представлена как набор состояний угодий ООПТ: $S = \{S_1, S_2, \dots, S_8\}$, где: 1, 2, ..., 8 – категория земельных угодий: 1 – широколиственные леса; 2 – смешанные леса; 3 – мелалеуковые леса; 4 – луга и кустарники; 5 – непокрытые растительностью земли; 6 – водно-болотные угодья; 7 – дороги и земля исторических памятников; 8 – осушительные каналы. Состояние земель в момент времени $t + 1$ рассчитывалось по формуле (3.7) [151]:

$$S_{t+1} = P * S_t \quad (3.7)$$

где S_t, S_{t+1} – состояние земель в момент времени t и t + 1; P – матрица вероятности перехода состояния земель с элементами, которые являются вероятностями перехода (p_{ij}). В этих исследованиях матрица P обладает следующими свойствами (3.8):

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{81} & \dots & p_{88} \end{bmatrix} \quad (0 \leq p_{ij} < 1 \text{ и } \sum_{j=1}^n p_{ij} = 1, (i, j = 1, 2, \dots, 8)) \quad (3.8)$$

Для прогноза состояния угодий к 2035 году на объектах исследования по цепи

Маркова использовался инструмент «MARKOV», с помощью которого получены матрицы вероятности перехода угодий в программе для ЭВМ «Программа по прогнозу состояния земельных угодий» [37]. Выбор базовой карты, количества итераций и фильтров клеточных автоматов проводился с использованием модели клеточных автоматов, предложенных в работе Неймана [29]. Клеточный автомат – дискретная динамическая система, представляющая собой совокупность клеток, одинаково соединенных между собой. Все клетки образуют так называемую решетку клеточного автомата. Клетками в исследованиях являлись сетки изображений блока, размером 30 × 30 м. Модель клеточных автоматов выражалась следующим образом (3.9) [83]:

$$S_{(t+1)} = f(S_{(t)}, N) \quad (3.9)$$

где S_t , S_{t+1} – множество ограниченных и дискретных клеточных состояний в момент времени t и $t + 1$; N – клеточное поле; f – правило переходов клеточных состояний в локальном пространстве.

Определение базовой карты, количества итераций и фильтров являются неотъемлемой частью действия компонента клеточных автоматов. Для прогноза состояния земельных угодий в качестве базовой выбраны карты: в национальном парке Ба Бе – 2003 год, в заповеднике Донг Най – 2011 год, а в заповеднике Суан Лиен – 2010 год. Количество итераций клеточных автоматов для моделирования состояния земельных угодий в 2019 году соответственно равно 16 и 8 в национальном парке Ба Бе и заповеднике Донг Най, а в заповеднике Суан Лиен – 10 для состояния земельных угодий в 2020 году. Выбранные карты состояния земельных угодий в 2019 году для национального парка Ба Бе и заповедника Донг Най, а для заповедника Суан Лиен – в 2020 год взяты в качестве базовых. Количество итераций клеточных автоматов для прогноза состояния земельных угодий в 2035 году равно 16 для национального парка Ба Бе и заповедника Донг Най, а для заповедника Суан Лиен – 10. В данном исследовании использован фильтр по умолчанию 5x5. Прогнозирование состояния земельных угодий на объектах ООПТ проведено по методу КА-Марков с помощью модуля «CA_MARKOV» в программе IDRISI.

Оценка точности модели прогноза проводилась путем сравнения результатов моделирования с истинными данными по целям исследований: 1 – согласованность по количеству угодий и 2 – согласованность по расположению ячеек в каждой категории угодий, между картами «сравнения» и «эталонной» [127]. Результаты измерения

согласия являются статистическими показателями: несогласие из-за количества (Quantity disagreement), несогласие из-за расположения на уровне ячейки сетки (Allocation disagreement), Каппа без всякой информации или общая точность модели прогноза (K_{no}) и традиционный индекс Каппа или Каппа Коэна ($K_{standard}$). Когда значения несогласия равны 1, то моделирование считается несовершенным, а если оно равно 0, то моделирование считается совершенным. Значения индексы Каппа 0,61 – 0,80 являются существенными, в то время как 0,81 – 1,00 считаются идеальными [69]. Все индексы вычислены с использованием модуля «VALIDATE» в программе IDRISI.

Блок-схема методики исследований с использованием данных ДЗЗ при мониторинге земель ООПТ Вьетнама приведена на рисунке 3.2.

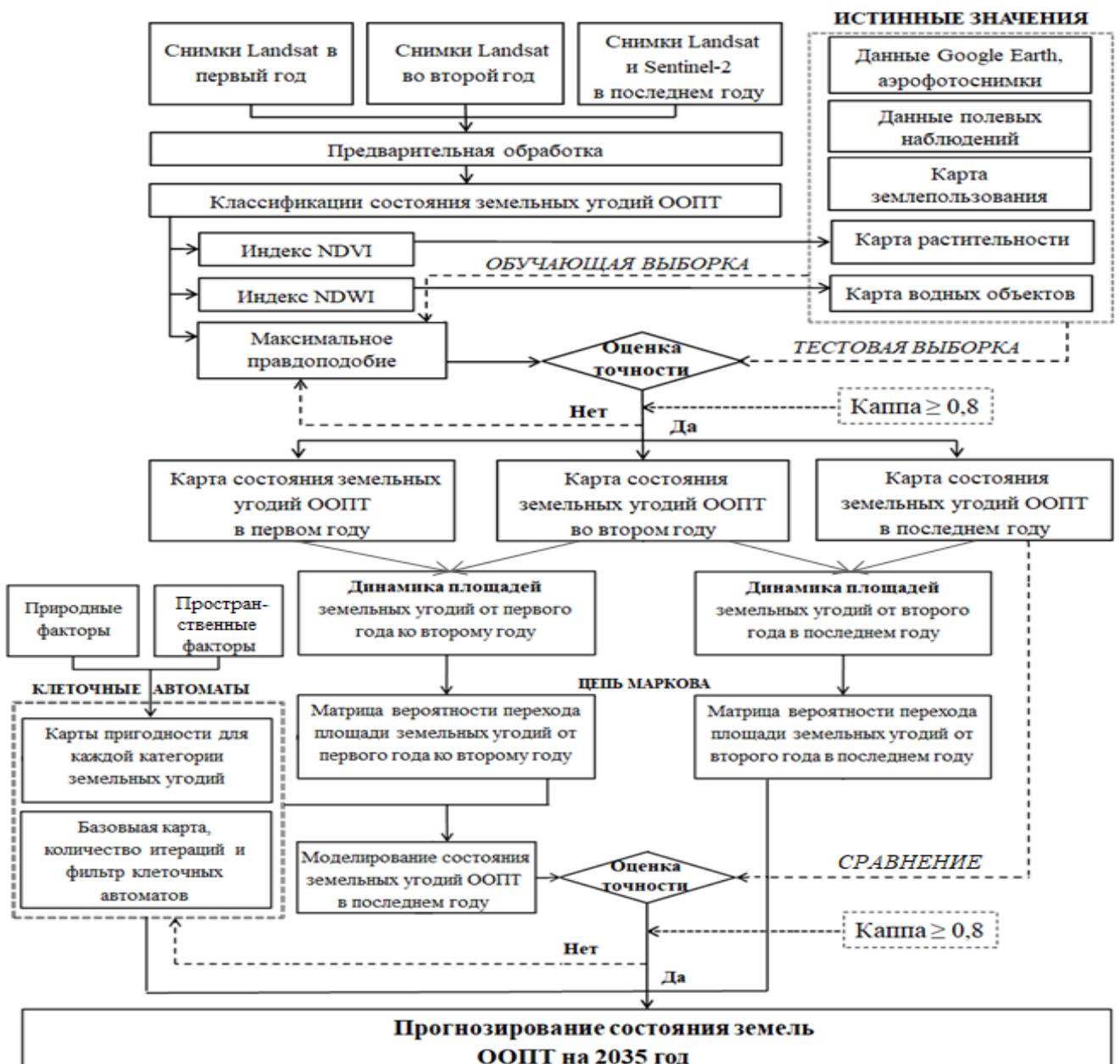


Рисунок 3.2 – Блок-схема методики исследований

3.3 Выводы по главе 3

1. Вьетнам признан МСОП одной из стран мира с высоким биоразнообразием ландшафтов, которое поддерживается благодаря наличию большого количества ООПТ. Для изучения мониторинга земельных угодий нами выбраны 8 ООПТ Вьетнама, относящихся к различным видам охраны природы. Объекты исследования располагаются в различных географических районах страны: в Северо-восточном горном районе (национальный парк Ба Бе); в районе хребта Хоанльеншон (национальный парк Хоанг Лиен); в районе хребта Чыонгшон (национальный парк Кат Тьен, заповедники Суан Лиен, Донг Най, Бинь Чау - Фьок Быу и заказник Нуй Ба Ра); в дельте реки Хонг и Меконг (национальный парк Трам Чим).

2. При характеристике объектов исследований приведены краткие сведения о факторах, влияющих на динамику площадей земель в каждом районе страны. Приведенные данные являются важной информацией для дальнейших исследований состояния земельных угодий ООПТ и установления причин изменения растительного покрова на них в последние годы.

3. Для оценки изменения растительного покрова ООПТ использованы данные космоснимков Landsat-5,7,8 и Sentinel-2, полученные в сухой сезон в районах исследований, с 1988 по 2019 годы. Все данные ДЗЗ загружены из Геологической службы США (USGS). Для лучшей идентификации земельных угодий и оценки точности классификации снимков нами использованы дополнительные данные: изображения Google Earth, полевые наблюдения, знания места обучения, официальные карты землепользования округов (включая ООПТ) масштаба 1: 25000 и карты растительности и водных объектов ООПТ по индексам NDVI и NDWI. Для прогноза состояния земельных угодий национального парка Ба Бе и заповедника Суан Лиен и Донг Най нами дополнительно использованы: цифровая официальная почвенная карта провинций Тхань Хоа, Бак Кан и Донг Най в масштабе 1: 100000, данные цифровой модели рельефа с разрешением 30м в исследуемых районах и официальная цифровая карта планирования землепользования округа до 2030 года в масштабе 1: 25000.

4. При выделении контуров земельных угодий ООПТ использован метод нормализованного индекса растений (NDVI), а водно-болотных объектов – разностный водный индекс (NDWI). Выделенные земельные угодья классифицированы по методу максимального правдоподобия в программе ENVI 5.3. По каждому снимку выполнен

статистический анализ земельных угодий после классификации в программе ArcGIS 9.3 и Microsoft Excel 2010.

5. Для дешифрирования снимков методом контролируемого алгоритма максимального правдоподобия созданы обучающие выборки с помощью вспомогательных данных. Аналогичным образом, используя приведенные выше данные, созданы точки проверки для оценки точности классификации спутниковых изображений. Соответственно, установлена матрица ошибок и рассчитаны статистические показатели, в том числе: точность пользователя, точность производителя, общая точность и индекс Каппа.

6. Для прогноза состояния земельных угодий использовалась модель цепи Маркова - клеточные автоматы в программе IDRISI 17.0. На первом этапе разработаны карты пригодности определенных категорий лесных угодий в модуле «MCE» с учетом ограничений, факторов и весов. На втором этапе – на основе результатов классификации снимков разработана матрица вероятности перехода состояния земельных угодий с использованием цепи Маркова с помощью инструмента «MARKOV». На третьем этапе проведено моделирование и прогнозирование состояния угодий на объектах исследований по методу КА-Марков с помощью модуля «CA_MARKOV». Оценка точности результатов модели прогноза проведена в модуле «VALIDATE» на основе статистических показателей: несогласия из-за количества и расположения на уровне ячейки сетки, общая точность модели и индекс Каппа.

ГЛАВА 4 МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ООПТ ВЬЕТНАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Предварительная обработка данных ДЗЗ является важным шагом в процессе интеллектуального анализа данных. Процесс предварительной обработки Landsat-5,7 и Landsat-8 соответственно проводилась в программе ArcGis 10.5 для уменьшения радиометрических и атмосферных искажений снимков. Результаты предварительной обработки снимков Sentinel-2, с уровнем 1С, являются данными обработки уровня 2А.

4.1 Мониторинг состояния земель ООПТ в Северо-Восточном горном районе Вьетнама

В Северо-Восточном горном районе Вьетнама находится объект ООПТ: **национальный парк Ба Бе**. В них проводился мониторинг земельных угодий в течение 27 лет. Для каждого периода наблюдений (1992 год, 2003 год и 2019 год) разработаны тематические карты растительности на землях ООПТ с учетом индекса NDVI (рисунок 4.1) и проведена классификация растительности на них по плотности (рисунок 4.2). Анализируя приведенные ниже данные видно, что в течение периода наблюдений произошли серьезные изменения площадей различных земельных угодий.

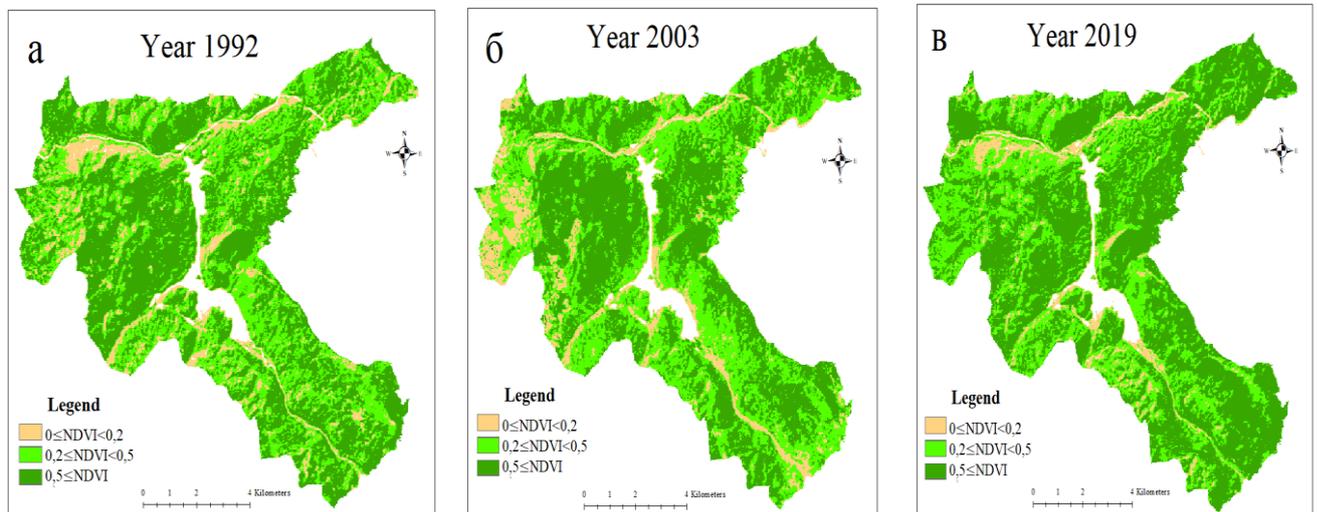


Рисунок 4.1 – Карта индекса NDVI в национальном парке Ба Бе в течение (а) 1992, (б) 2003 и (в) 2019 годах

Из рисунков 4.1 и 4.2 а видно, что в национальном парке Ба Бе отмечается тенденция увеличения индекса NDVI. Однако, в период с 1992 по 2003 год некоторые лесные насаждения, находящиеся вблизи населенных пунктов, вырубались. Значение

индекса NDVI в парке уменьшилось с 0,67 в 1992 году до 0,56 в 2003 году. Следовательно, на объекте сократились площади покрытых древесной растительностью земли. Эти зоны характеризуются низким значением индекса NDVI, что связано с антропогенным воздействием на природные экосистемы. Однако, в период с 2003 по 2019 год отмечено увеличение площади земельных угодий с высокой плотностью растительности.

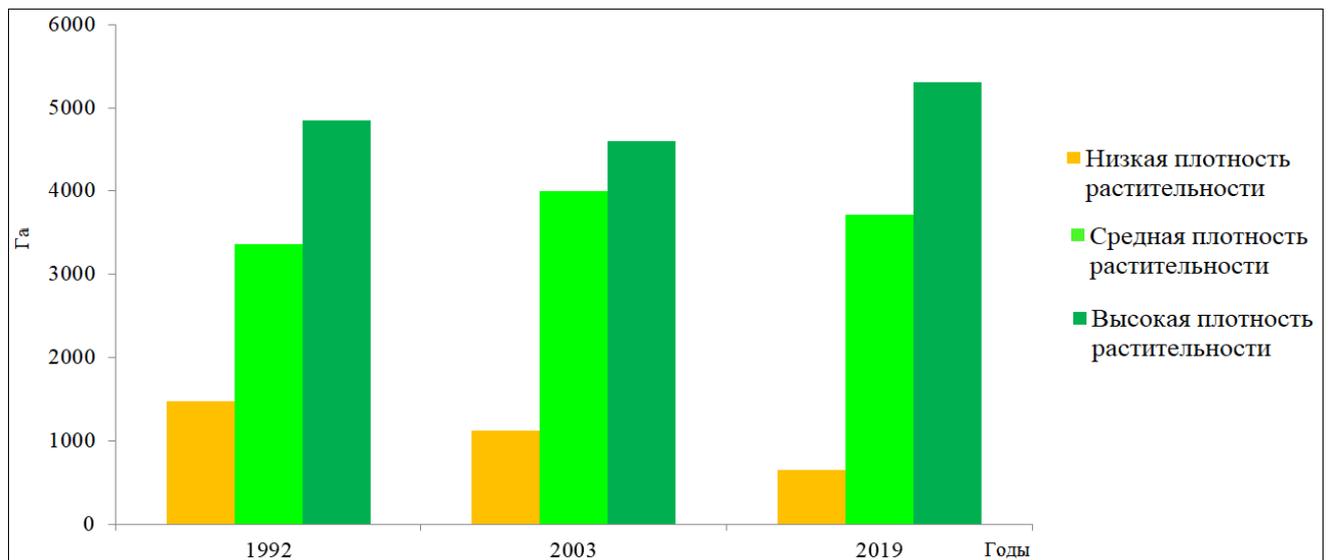


Рисунок 4.2 – Динамика площадей покрытых растительности по категориям плотности в национальном парке Ба Бе

На всех землях парка Ба Бе с 2001 года зарегистрировано повышение индекса NDVI до 0,76 и отмечено увеличение площади земель с высокой плотностью растительности. Это объясняется преобладанием тропических широколиственных вечнозеленых лесов, произрастающих на известняковых и плодородных низинах. Доминантными видами в составе насаждений являются следующие древесные виды: *Aquilaria crassna* Pierre, *Excentrodendron tonkinense* (A. Chev.) H.T. Chang & R.H. Miao, *Garcinia fragraeoides* A. Chev., *Garcinia oblongifolia* Champ. ex Benth., *Cinnadenia paniculata* (Hook.f.) Kosterm, *Quercus variabilis* Blume, *Michelia balansae* Dandy [88].

По результатам классификации космоснимков, разработаны для различных лет исследований карты земельных угодий парка Ба Бе (рисунок 4.3). Оценка точности классификации снимков парка Ба Бе за 27 летний период приведены в таблице 4.1.

Из данных таблиц 4.1 видно, что нами достигнута значительная согласованность результатов классификации и данными инвентаризации. Для национального парка Ба Бе точности пользователя и производителя исследований достаточно высокие. Общая точность карт растительного покрова для 1992, 2003 и 2019 годов исследований больше

86,0%, а индекс Каппа – равен 0,85.

Таблица 4.1 – Оценка точности классификации снимков парка Ба Бе

Категории земельных угодий	Точность, %					
	1992 г.		2003 г.		2019 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Широколиственные леса	93,8	91,8	96,3	94,6	94,3	96,2
Луга и кустарники	83,3	81,8	86,0	89,6	90,2	93,9
Непокрытые растительностью земли	81,1	83,3	90,3	84,9	92,1	87,5
Водно-болотные угодья	87,5	89,7	93,8	95,7	96,2%	94,4
Общая точность, %	86,4		91,6		93,2	
Индекс Каппа	0,85		0,89		0,91	

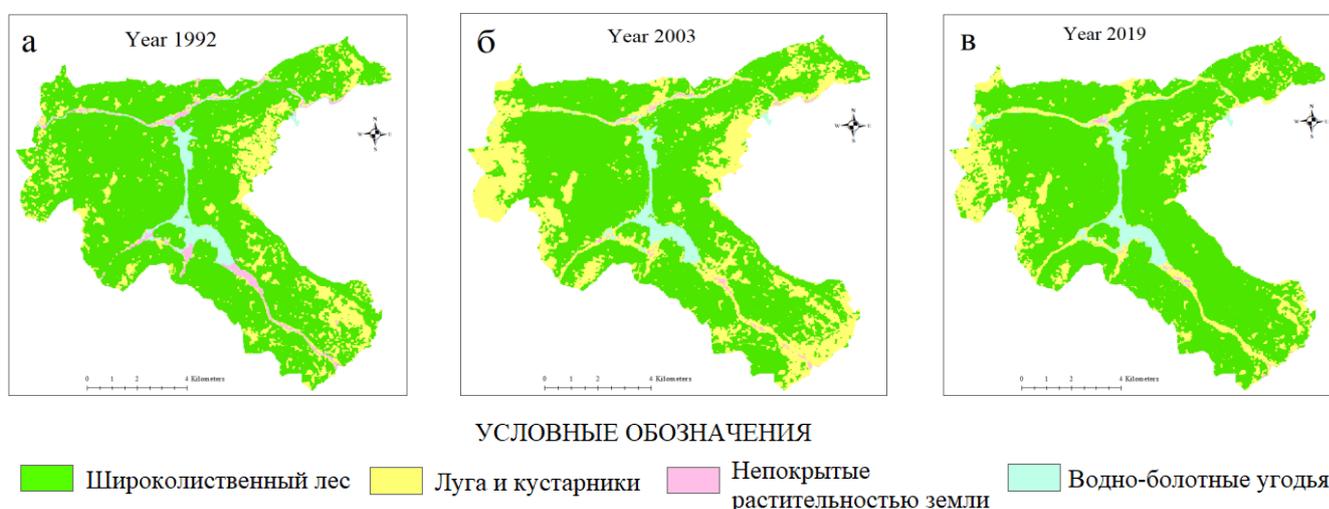


Рисунок 4.3 – Карта состояния земель национального парка Ба Бе в 1992 (а), 2003 (б) и 2019 (в) годах

Инвентаризация земель по категориям растительности в национальном парке Ба Бе приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Динамика площадей земельных угодий в национальном парке Ба Бе

Категории земельных угодий	1992 год		2003 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Широколиственные леса	7730,6	76,9	6870,7	68,4	7836,1	78,0
Луга и кустарники	1660,1	16,5	2668,3	26,6	1747,9	17,4
Непокрытые растительностью земли	285,8	2,8	160,5	1,6	75,6	0,8
Водно-болотные угодья	371,5	3,7	348,5	3,5	388,4	3,9
Итого	10048,0	100,0	10048,0	100,0	10048,0	100,0

Данные таблицы 4.2 свидетельствуют, что в структуре земель национального парка Ба Бе самая большая площадь занята широколиственным лесом, за ними следуют

луга и кустарники, водно-болотные угодья и, наконец, земли, не покрытые растительностью. Их доля от общей площади парка по годам сокращается: в 1992 году – 76,9%, 16,5%, 3,7% и 2,8%; в 2003 году – 68,4%, 26,6%, 3,5% и 1,6%; в 2019 году – 78,0%, 17,4%, 3,9% и 0,8%. С 1992 по 2003 год в национальном парке Ба Бе, площадь лугов и кустарников увеличилась больше всего по сравнению с другими категориями земель – 1008,2 га или 10,1%, а площадь широколиственных лесов сократилась больше всего – 859,9 га или 8,5%. Однако с 2003 по 2019 год площадь их развивалась в обратном направлении. Площадь лесов увеличилась на 965,4 га и 9,6%, а площадь лугов и кустарников уменьшилась на 920,4 га и 9,2%. За 27 лет в парке изменение земельных угодий широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель и водно-болотных угодий соответственно составляет 1,1%, 0,9%, 2,0% и 0,2%. Таким образом, в период с 1992 по 2003 год и с 2003 по 2019 год отмечается увеличение площади широколиственных лесов, лугов и кустарников и сокращением непокрытых растительностью земель.

Для оценки перевода земельных угодий в другие категории на объектах исследований нами разработаны матрицы и по ним определена динамика площадей за 27-летний период наблюдений (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Матрица динамики площадей земель по категориям в национальном парке Ба Бе с 1992 по 2019 годы, га

Категории земельных угодий		Площадь 2019 год				Итого 1992 г.
		Широколиственные леса	Луга и кустарники	Непокрытые растительностью земли	Водно-болотные угодья	
Площадь 1992 год	Широколиственные леса	6974,7	750,5	3,2	2,2	7730,6
	Луга и кустарники	840,2	797,6	16,8	5,5	1660,1
	Непокрытые растительностью земли	19,5	194,3	48,4	23,6	285,8
	Водно-болотные угодья	1,7	5,5	7,2	357,1	371,5
Итого 2019 г.		7836,1	1747,9	75,6	388,4	10048,0

Из данных таблицы 4.3 видно, что за 27-летний период наблюдения произошли изменения общей площади национального парка Ба Бе на 18,6% (1870,2 га). Результаты подтверждают, что в период с 1992 по 2019 годы площадь широколиственных лесов увеличилась на 1,1% (105,6 га). Увеличение площади лесов в основном связано с преобразованием 750,5 га земель из лесов в луга и кустарники, а наоборот, 840,2 га преобразованы из земель лугов и кустарников в леса. Основная причина этого

преобразования – сильное воздействие местного населения на древостой и меры правительства Вьетнама на улучшение окружающей среды [107]. Средства к существованию коренных народов, проживающих на территории парков, зависят главным образом от сельскохозяйственного производства. Основной культурой выращивания является влажный рис, который возделывается только в гористой местности, поэтому местные аграрии имеют низкие доходы. Кроме того, из-за нехватки качественных сельскохозяйственных земель, а также недостаток ирригационных систем в коммунах, вызывают экономические трудности коренных жителей в регионе. С 1992 по 2003 год жители коренных сельскохозяйственных коммун самовольно вырубали древостой парка, чтобы заготовленную древесину продавать, а на вырубках выращивать сельскохозяйственные культуры, которые не удастся купить из-за отсутствия денежных средств. За 11 лет из-за вырубки широколиственных лесов их площадь сократилась на 859,9 га (8,6%), а площадь лугов и кустарников увеличилась на 1008,2 га (10,0%). Жители, проживающие в границах ООПТ и вблизи её, оказывают антропогенное воздействие на лесную экосистему парка. Для решения этой проблемы в национальном парке разработана инвестиционная программа сохранения лесных угодий. Соответственно, для переселения жителей с территории парка выделена зона переселения Дон Ден, которая находится за пределами границы ООПТ, но вблизи коммуны. В этой жилой буферной зоне коммуна развивает инфраструктуру территории, для улучшения качества жизни аграриев. Кроме того, коренное население активно участвует в восстановлении и защите лесов, а также в развитии экотуризма в национальном парке. Дополнительная работа в лесу повышает доходы жителей, а благоустройство территории парка снижает нагрузку на природную экосистему. В результате принятых мероприятий площадь лесов с 2003 по 2019 годы увеличилась на 965,5 га (9,6%), а площадь непокрытых растительностью земель, лугов и кустарников сократилась на 1005,4 га (10,0%). За последние 27 лет площадь непокрытой растительностью земель сократилась на 210,2 га (2,0%) в основном за счет преобразования 194,3 га земель в луга и кустарники. Во время шестимесячного засушливого сезона в Северо-восточном горном районе заболоченные земли, лежащие вдоль озер и рек, высыхают и становятся непокрытой растительностью землями. Коренные народы использовали эти земельные участки для выращивания сельскохозяйственных культур и краткосрочных

продовольственных культур для поддержки своей семейной экономики. Площади водно-болотных угодий парка Ба Бе достаточно стабильны (в среднем 380 га) с 1992 по 2019 годы.

4.2 Мониторинг состояния земельных угодий ООПТ в районе хребта Хоанльеншон

В районе хребта Хоанльеншон расположен **национальный парк Хоанг Лиен**, для земель которого разработаны нами карты. Карты плотности растительного покрова, определенные по индексу NDVI за 2003, 2009 и 2019 годы и классифицированная площадь земельных угодий приведены на рисунках 4.4. и 4.5.

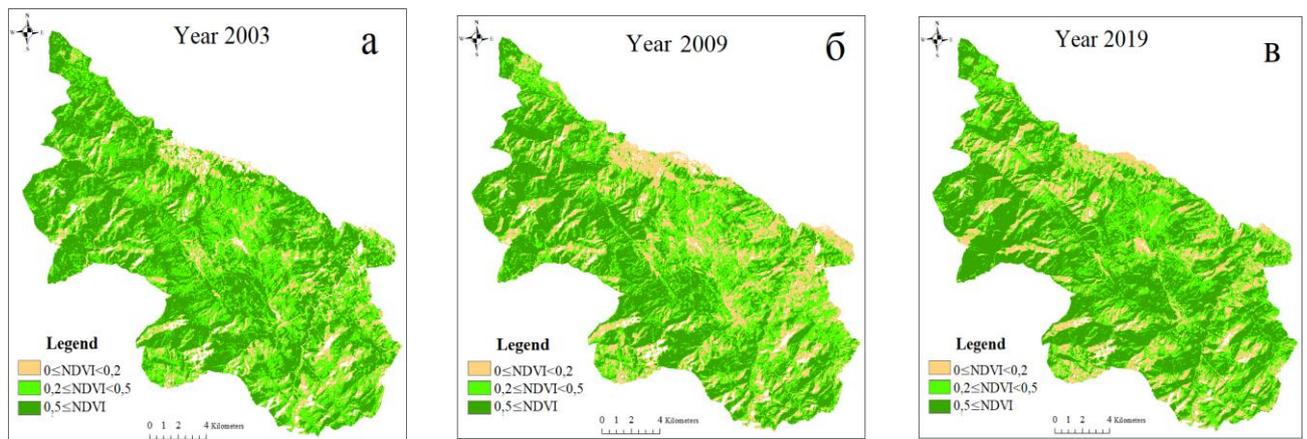


Рисунок 4.4 – Карта индекса NDVI в течение (а) 2003, (б) 2009 и (в) 2019 годов в национальном парке Хоанг Лиен

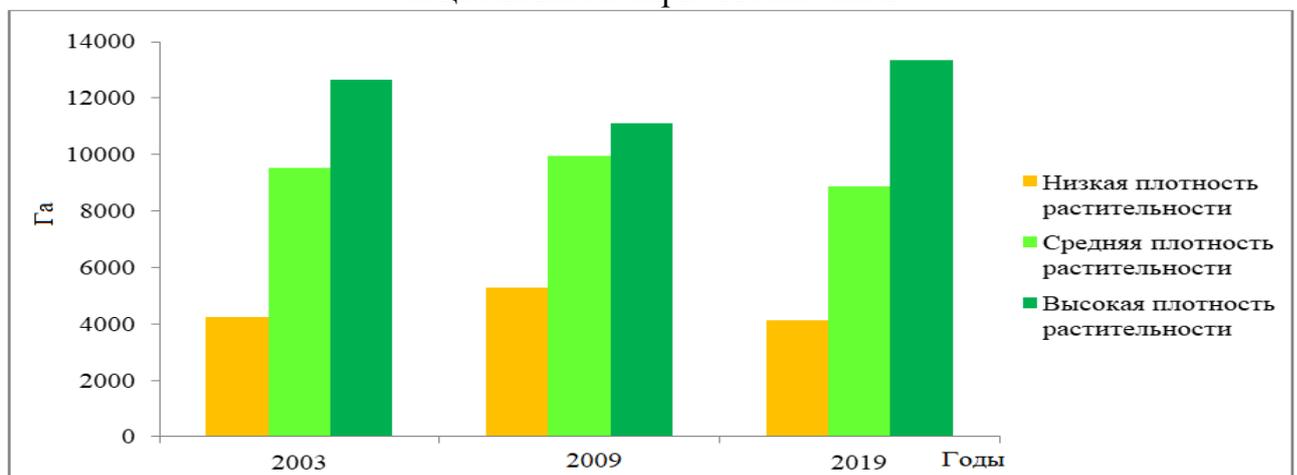


Рисунок 4.5 – Динамика площадей земельных угодий в национальном парке Хоанг Лиен по категориям плотности растительности

Из данных рисунков 4.4 и 4.5 видно, что высокая плотность растительности занимает самую большую площадь в парке в 2003, 2009 и 2019 годах. Эта категория зарегистрирована на северо-западе исследуемого объекта, где высота гор превышает 1500 м над уровнем моря. Однако, в зонах с высотами гор менее 1500 м выявлено более низкое значение индекса NDVI, а низкая и средняя плотность растительности

преобладают вдоль границы и на юго-востоке парка. Площадь с высокой плотностью растительности имеет тенденцию к уменьшению с 2003 по 2009 год, и к увеличению с 2009 по 2019 год. За последние 16 лет отмечается тенденция к восстановлению в парке древесной растительности. Особенностью парка является перемешивание субтропического и умеренного альпийского климата, поэтому основным типом растительности служит смешанный лес. На всей территории парка в текущем году отмечается увеличение площади земельных угодий с высокой плотностью растительности. Это также указывает на то, что в парке формируется густой смешанный древостой. Доминантными видами в составе лесных насаждений парка Хоанг Лиен являются следующие древесные виды: *Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry & Thomas, *Calocedrus macrolepis* Kurz., *Taxus wallichianus* Zucc., *Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger, *Abies delavayi* subsp. *fansipanensis* Farjon & Silba. [12].

По результатам классификации космоснимков нами разработаны карты состояния земель в национальном парке Хоанг Лиен в 2003, 2009 и 2019 годах (рисунок 4.6).

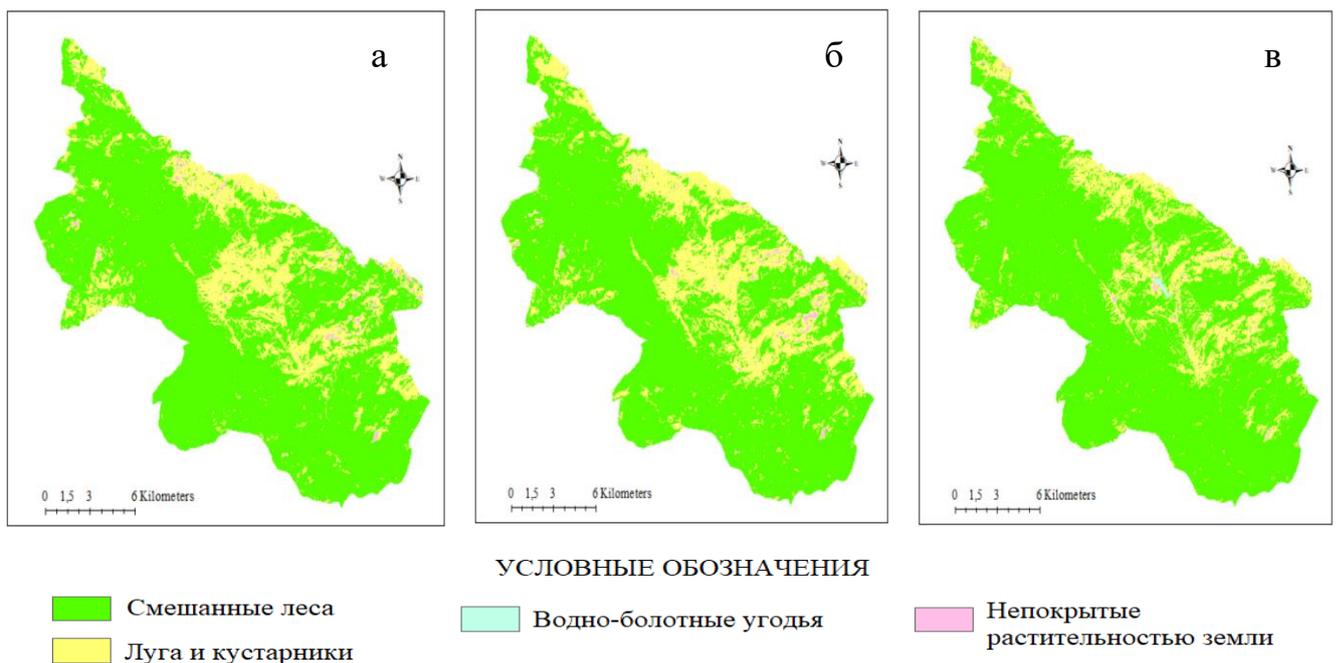


Рисунок 4.6 – Карта состояния земель национального парка Хоанг Лиен в 2003 (а), 2009 (б) и 2019 (в) годах

Оценка точности классификации снимков в период с 2003 по 2019 год приведена в таблице 4.4.

Из данных таблицы 4.4. видно, что точности пользователя и производителя исследований достаточно высокие. Общая точность карт растительного покрова парка Хоанг Лиен для 2003, 2009 и 2019 годов исследований больше 86%, а индекс Каппа –

равен 0,84, что указывает на то, что нами достигнута значительная согласованность результатов классификации и справочными данными. Таким образом, результаты изначально считаются приемлемыми для сравнения их после классификации.

Таблица 4.4 – Оценки точности классификации снимков национального парка Хоанг Лиен

Категории растительного покрова лесных угодий	Точность, %					
	2003г.		2009 г.		2019 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Смешанные леса	95,56	89,58	95,74	91,84	95,74	94,12
Луга и кустарники	83,33	81,40	84,31	87,76	88,24	90,00
Непокрытые растительностью земли	89,74	92,11	92,31	94,74	97,83	93,75
Водно-болотные угодья	-	-	-	-	95,74	97,83
Общая точность, %	86,89		90,04		93,51	
Индекс Каппа	0,84		0,86		0,92	

Инвентаризация растительного покрова земельных угодий по категориям в национальном парке Хоанг Лиен в период с 2003 по 2019 годы приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Динамика площадей земельных угодий по категориям растительности в национальном парке Хоанг Лиен

Категории земельных угодий	2003 год		2009 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Смешанные леса	22189,0	77,8	21491,1	75,4	23348,2	81,9
Луга и кустарники	5956,9	20,9	6673,9	23,4	4898,1	17,2
Непокрытые растительностью земли	363,1	1,3	344,0	1,2	235,3	0,8
Водно-болотные угодья	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	0,1
Итого	28509,0	100	28509,0	100	28509,0	100

Как видно из таблицы 4.5, доминирующим типом растительности в парке Хоанг Лиен является смешанный лес, на долю которого приходится более 3/4 площади. Особенностью этого парка, отличающегося от других ООПТ Вьетнама, является наличие на его территории рисовых полей (включенных в классификацию лугов и кустарников). Причина в том, что до основания парка здесь долгое время вели хозяйство коренные общины (более 8500 человек), которые создали довольно устойчивую систему террасных рисовых полей.

Площадь смешанных лесов и непокрытых растительностью земель соответственно сократилась с 22189,0 (77,8%) га и 363,1 (1,3%) га в 2003 году до 21491,1 (75,4%) га и 344,0 (1,2%) га в 2009 году. Также за это время площадь лугов и

кустарников увеличилась в начале первого периода исследования на 2,6%. Расширение лугов и кустарников происходило за счет сокращения лесных земель с 2003 по 2009 годы. Основными причинами сокращения лесов являлись: вырубка леса для выращивания риса и кардамона на вырубках, продажи продукции лесозаготовок и лесные пожары. Экономическое состояние местного населения зависело от объема выращенного влажного риса в гористой местности. Вырастить высокий урожай в горной местности является проблемой по следующим причинам: площадь сельскохозяйственных земель в регионе небольшая, агрохимические свойства почвы низкие, отсутствие водоснабжения для сельскохозяйственного производства, особенно в сухой сезон и холодный климат в горах. Коренные жители получают только один урожай риса в год, в то время как в других частях Вьетнама снимают 2 урожая в год. Это обстоятельство приводит к чрезвычайно низкому доходу местных крестьян. По годовой статистике им не хватает риса до половины необходимого питания. Кроме того, из-за устаревших методов ведения сельского хозяйства коренное население вынуждено использовать физическую рабочую силу. Поэтому рождаемость среди этнических меньшинств часто бывает высокой. Площадь сельскохозяйственных земель ограничена, но численность населения быстро растет, что приводит к необходимости вырубки лесов ООПТ из-за нехватки сельскохозяйственной земли и отсутствия денежных средств у крестьян для покупки земельного участка. Из-за ручного земледелия и эрозии почвы, вызванной горным ландшафтом, через некоторое время эти бывшие лесные участки обесцениваются и забрасываются, преобразуются в луга и кустарники или непокрытые растительностью земли. При сборе урожая кардамона на лесных угодьях парка часто возникают пожары из-за сжигания сотен кубометров древесины для сушки кардамона. Увеличение площади земельных угодий с кардамоном также уменьшает площадь лесов. Вырубка лесов стала проблемой в защите лесных ресурсов национального парка с 2003 по 2009 год. Коренное население региона живут мелкими поселениями по холмам, что затрудняет управление и защиту лесов на ООПТ. Для решения этой проблемы с 2009 по 2019 год в национальном парке Хоанг Лиен разработаны инвестиционные

программы сохранения лесных угодий. Соответственно, в парке усилено патрулирование лесной службой, чтобы местные жители не нарушали лесное законодательство. В результате принятых мер в последние годы значительно снизились объемы несанкционированных рубок леса и торговля лесными ресурсами в этом районе. В национальном парке Хоанг Лиен в последнее время проводятся мероприятия по лесовосстановлению вырубок, лугов, кустарников и непокрытых растительностью земель. Местным жителям Правительство страны предлагает перейти от выращивания влажного риса к посадке фруктовых деревьев, для повышения эффективности земель. С 2011 года Правительством Вьетнама введена плата за лесные экологические услуги (экологические экскурсии по парку), средства идут на создание стабильного финансового источника для местного населения. С тех пор такая политика способствует осведомленности местных жителей в защите, охране и развитии лесов на землях ООПТ. Для предотвращения незаконного вторжения крестьян на земельные участки охраняемых районов для возделывания кардамона разработан ряд законодательных актов. Кроме того, в парке повышены меры по профилактике и борьбе с лесными пожарами, поэтому они в последние годы не возникают. В результате принятых мер, площадь лесов с 2009 по 2019 годы увеличилась на 1857,1 га (6,5%), а площадь лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель соответственно сократилась на 1775,8 га (6,3%) и 108,7 га (0,4%).

Для оценки перевода растительного покрова земельных угодий парка Хоанг Лиен в другие категории нами составлена матрица их динамики за 16 летний период наблюдения (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Матрица динамики площадей земель по категориям в национальном парке Хоанг Лиен с 2003 по 2019 годы, га

Категории покрова земель		Площадь земельных угодий в 2019 году				Итого 2003 г.
		1	2	3	4	
Площадь 2003 г.	1	20855,2	1302,7	31,1	0,0	22189,0
	2	2433,3	3350,6	172,7	0,4	5956,9
	3	59,7	244,9	31,6	27,0	363,1
Итого 2019 г.		23348,2	4898,1	235,3	27,4	28509,0

Примечание: 1 – смешанные леса; 2 – луга и кустарники; 3 – непокрытые растительностью земли; 4 – водно-болотные угодья.

Из данных таблицы 4.6 видно, что с 2003 по 2019 годы произошли изменения

на 15,0% общей площади национального парка Хоанг Лиен. В частности, площади земель под смешанными лесами, лугами и кустарниками, непокрытыми растительностью землями составляли в 2003 году соответственно 20855,2 га, 3350,6 га и 31,6 га, которые сохранились в 2019 году. За последние 16 лет значительно увеличилась площадь угодий с растительным покровом. Это смешанные леса, их площадь возросла на 1159,2 га (4,1%), что связано с искусственным восстановлением насаждений в парке, сокращением количества вырубок и гарей на ООПТ. Увеличение площади смешанных лесов в парке произошло также благодаря преобразованию земельных угодий лугов и кустарников, которые составляли 2433,3 га. Преобразование земельных угодий лугов и кустарников привело к наибольшему сокращению их по сравнению с другими категориями земель – 1058,8 га или 3,7% с 2003 по 2019 годы. Площадь земель, непокрытых растительностью уменьшилась за последние 16 лет на 127,8 га (0,5%). Эти изменения произошли за счет преобразования лугов и кустарников площадью 244,9 га. В сухой сезон небольшие реки и ручьи почти пересыхают, поэтому площадь водно-болотных угодий довольно мала и в основном сохранилась под пологом древостоя. По этой причине их площадь не обнаружена на спутниковых изображениях на первом этапе исследования. Однако, с 2009 по 2019 годы площадь водно-болотных угодий увеличилась на 27,4 га (0,1%). Увеличение площади этой категории земельных угодий произошло в основном за счет непокрытых растительностью земель. В центре парка на непокрытых растительностью землях построен пожарный водоем для забора воды.

4.3 Мониторинг состояния земель ООПТ в районе хребта Чыонгшон

Мониторинг земельных угодий национального парка Кат Тьен, заповедников Суан Лиен, Донг Най, Бинь Чау - Фыок Быу и заказника Нуй Ба Ра в районе хребта Чыонгшон проводился впервые. Разработанные нами карты растительности в разные годы исследований объектов, показаны на рисунках 4.7 - 4.11.

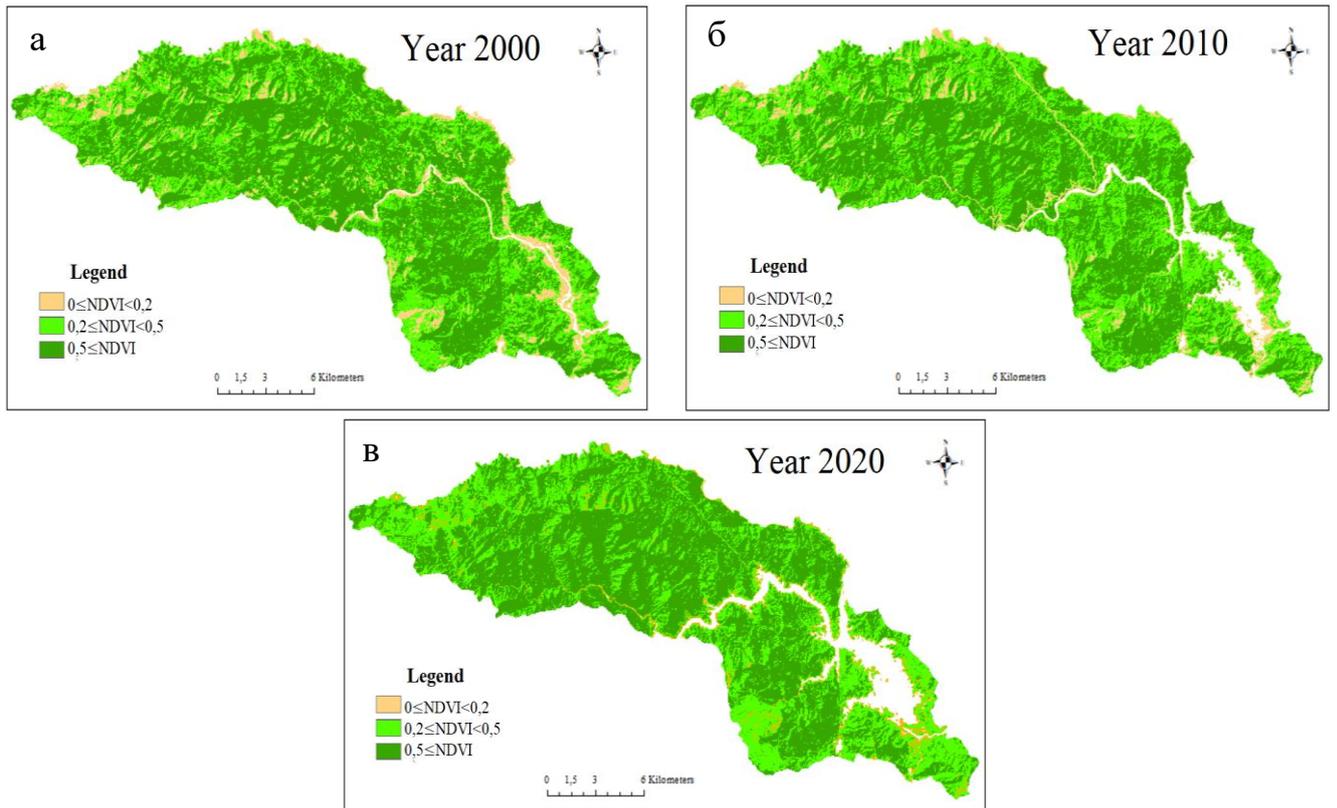


Рисунок 4.7 – Карта индекса NDVI в заповеднике Суан Лиен в 2000 (а), 2010 (б) и 2020 (в) годах

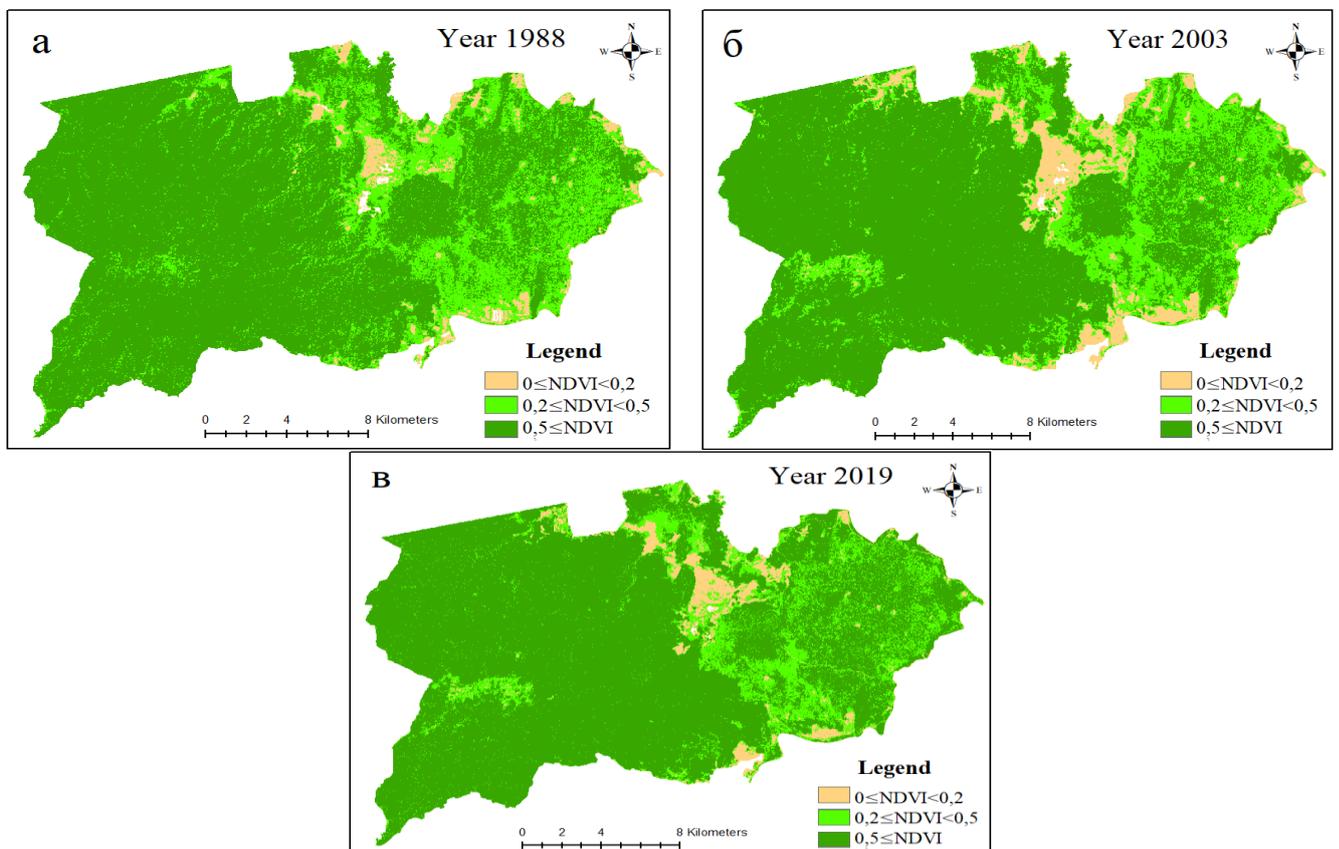


Рисунок 4.8 – Карта индекса NDVI в национальном парке Кат Тьен в 1988 (а), 2003 (б) и 2019 (в) годах

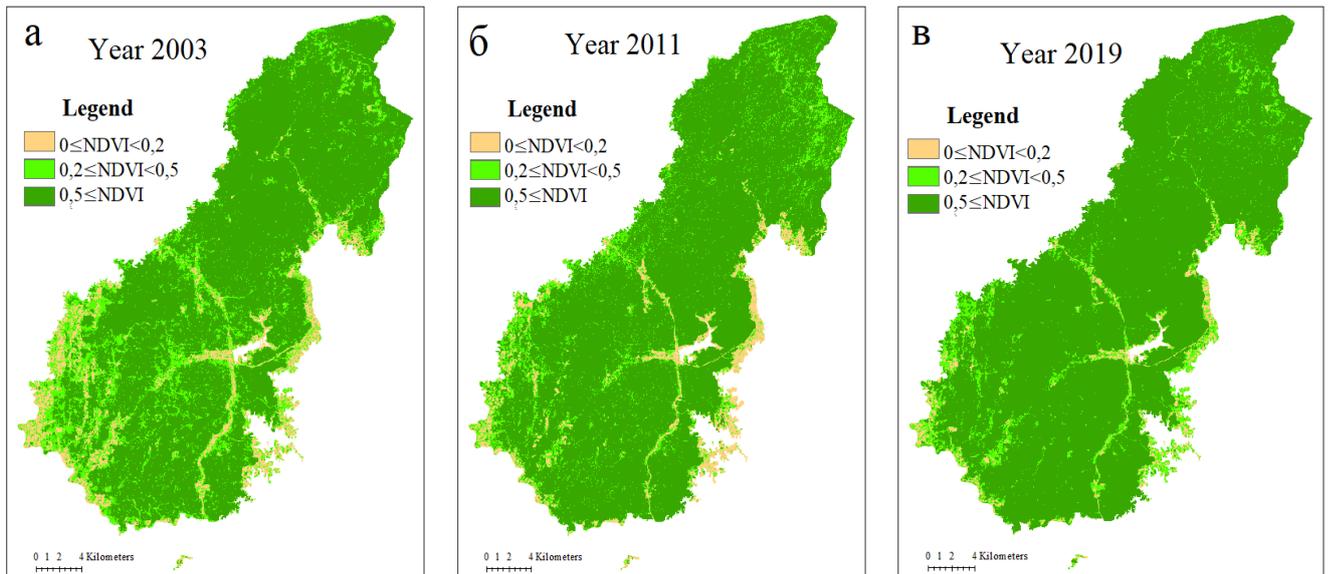


Рисунок 4.9 – Карта индекса NDVI заповедника Донг Най
в 2003 (а), 2011 (б) и 2019 (в) годах

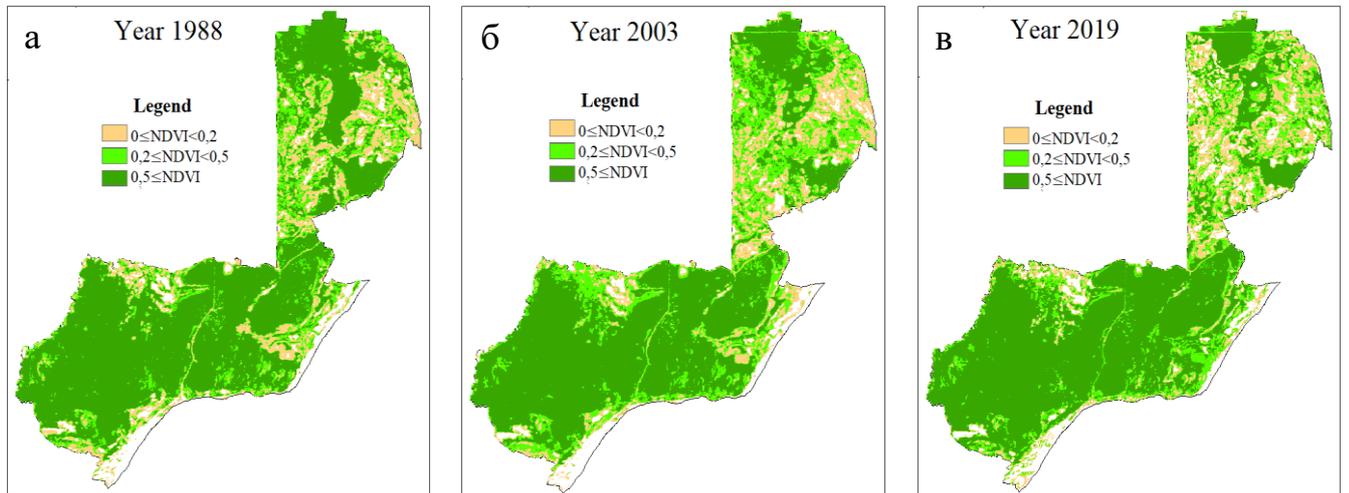


Рисунок 4.10 – Карта индекса NDVI заповедника Бинь Чау - Фьюк Бью в 1988 (а), 2003 (б) и 2019 (в) годах

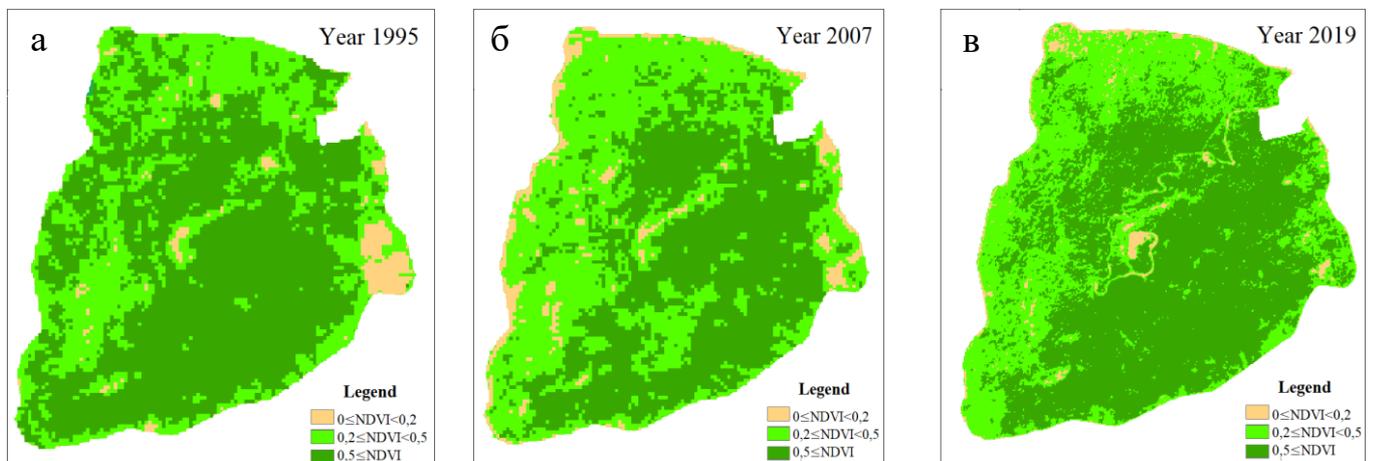


Рисунок 4.11 – Карта индекса NDVI заказника Нуй Ба Ра в 1995 (а), 2007 (б) и 2019 (в) годах

Динамика площадей ООПТ, классифицированная по плотности растительности представлена на рисунке 4.12.

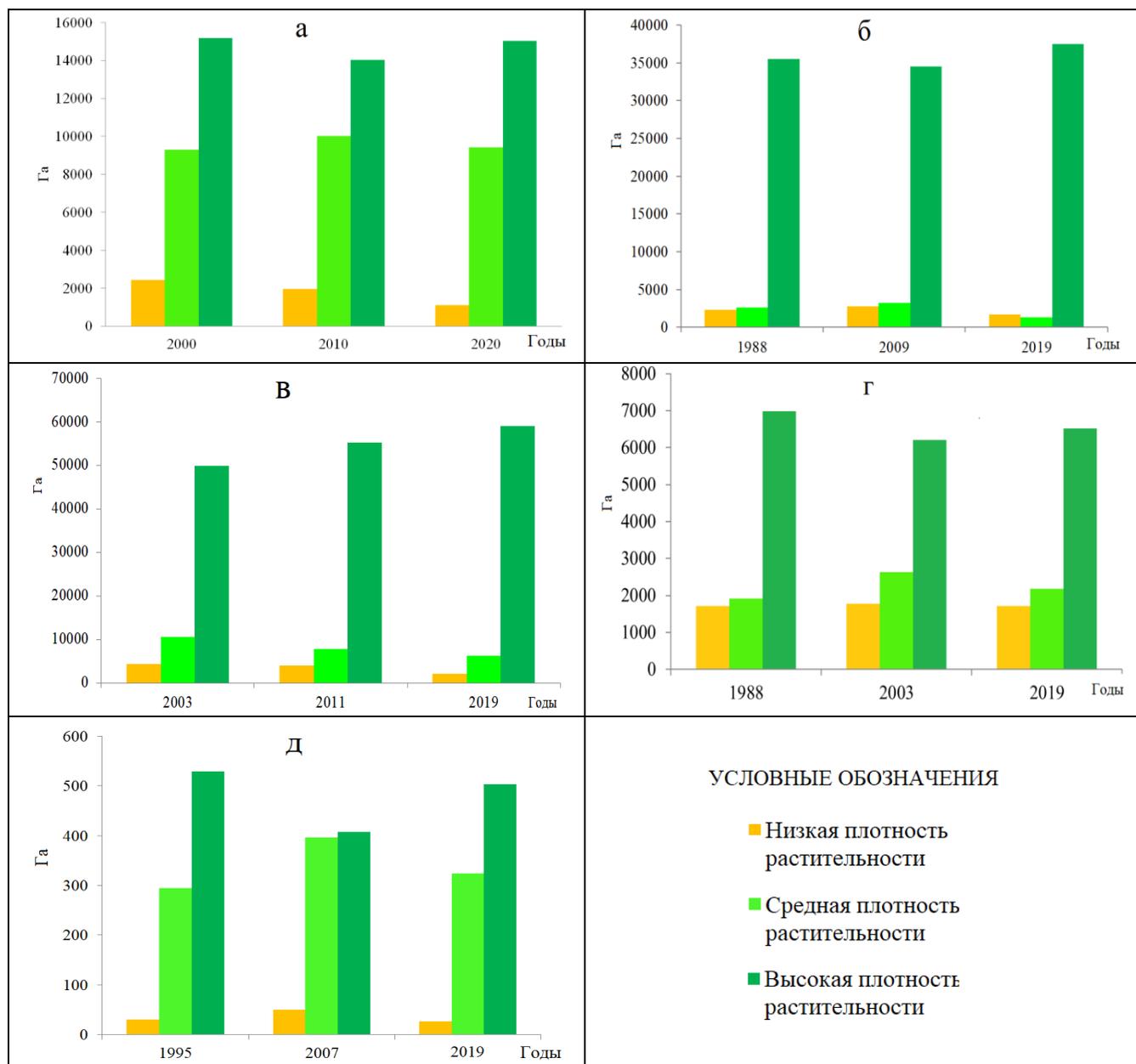


Рисунок 4.12 – Динамика площадей земель по категориям плотности растительности: в заповеднике Суан Лиен (а), в национальном парке Кат Тьен (б), в заповедниках Донг Най (в) и Бинь Чау - Фьок Быу (г), в заказнике Нуй Ба Ра (д)

Анализ приведенных данных на рисунках 4.7 и 4.12-а показывает, что с 2000 по 2010 год растительности заповедника наблюдается тенденция к деградации и восстановлению с 2010 по 2020 год. В частности, площадь высокой плотности растительности в 2020 году восстановлены почти до своих размеров в 2000 году. Растительность средней и низкой плотности имеет небольшую площадь и в основном распространена на участках с малой высотой над уровнем моря, с низким уклоном

(меньше 500 м и 15°) и вблизи водных объектов на охраняемой территории (реки и водохранилище Кыа Дат). Кроме того, они распространены в основном по границам заповедника, вблизи населенных пунктов и дорог. Это показывает взаимосвязь между антропогенными воздействиями и состоянием растительности в заповеднике Суан Лиен.

На всей заповеднике соответственно зарегистрирован высокий индекс NDVI 0,78, 0,69 и 0,70 в 2000, 2010 и 2020 годах. Это указывает на то, что лесные массивы с высокой плотностью растительности преобладают в заповеднике. Растительность, описанная в этом исследовании, почти аналогична той, что описана другими исследователями, такими как Vu D. Q. (2015) [149]. Основная флористика - это субтропический и тропический широколиственный лес. Типичные породы древесных растений в лесу ООПТ: *Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry & H.H. Thomas, *Calocedrus macrolepis* Kurz, *Cinnamomum balansae* Lecomte, *Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilg. и *Ricinus communis* L.

Анализ данных на рисунках 4.8 и 4.12-б показали, что за последние 30 лет в **национальном парке Кат Тьен** наблюдается тенденция восстановления растительного покрова. В период с 1988 по 2003 годы индекс NDVI сократился, поскольку некоторые земельные угодья находились в состоянии деградации. В частности, в северо-западной и юго-восточной частях парка, граничащих с населенными пунктами, установлено более низкое значение индекса, что свидетельствует об антропогенном воздействии на угодья. В период с 2003 по 2019 годы индекс NDVI начал увеличиваться, по причине восстановления растительности на земельных угодьях. В текущем году зарегистрировано повышение индекса NDVI до 0,92, что свидетельствует о значительной доле площади парка, покрытой растительностью высокой плотности. Это указывает на то, что в парке восстанавливается влажный тропический широколиственный и смешанный лес со значительным запасом древесины. Доминантными видами в составе лесных насаждений являются древесные растения: *Azeliaxylocarpa* (Kurz) Craib., *Dalbergiacochinchinensis* Pierre., *Dalbergia oliveri* Gamble ex Prain, *Pterocarpus macrocarpus* Kurz., *Dipterocarpus dyeri* Pierre., *Hopea recopei* Pierre., *Hopea odorata* Roxb.

Анализ приведенных данных на рисунок 4.9 свидетельствует, что самые высокие значение индекса NDVI в **заповеднике Донг Най** составляет 0,72, 0,59 и 0,77 соответственно для 2003, 2011 и 2019 годов. В 2003 году некоторые лесные районы вблизи границы и дорог парка характеризовались низкой плотностью растительности.

особенно южная часть заповедника (лесной массив Хиеу Лиём и Ма Да). Этот лесной массив постепенно стал с 2003 по 2019 годы естественно восстанавливаться растительностью влажного тропического широколиственного леса [5]. Об этом свидетельствуют исследования Кузнецова (2015) [20] и отчеты Народного комитета провинции Донг Най (2018) [31]. Видовой состав растительности схож с составом древостоев в национальном парке Кат Тьен. Это объясняется расположением объектов в одном лесном экорегионе - хребта Чьонгшон, их разделяет не большой ширины граница. В текущем году на всей территории заповедника Донг Най отмечается увеличение площади земельных угодий с высокой плотностью растительности (индекс NDVI более 0,82) (рисунок 4.12-в). Таким образом, за последние 16 лет наблюдается тенденция к восстановлению растительного покрова в целом по заповеднику.

Из приведенных данных рисунка 4.10. видно, что в 1988, 2003 и 2019 годах значения индекса NDVI в заповеднике **Бинь Чау - Фьюк Быу** составляли 0,68, 0,70 и 0,77 соответственно. Правда, эти индексы характеризуют центр южной части заповедника, где преобладают леса. За последние три десятка лет в остальной части заповедника наблюдается процесс естественного восстановления древесной растительности. Однако, в северной части заповедника плотность растительности самая низкая. Площадь угодий с высокой плотностью растительности уменьшалась с 1988 по 2003 год, а затем с 2003 по 2019 год стала увеличиваться (рисунок 4.12-г). Однако, в текущем году площадь лесов к исходному 1988 году еще не восстановилась, отмечено лишь увеличение площади с высокой плотностью растительности с индексом NDVI до 0,77. В заповеднике восстанавливается влажный полулистопадный широколиственный лес. Об восстановлении древостоев упоминалось в исследованиях других ученых: таких как Danilov D. A. и др. (2020) [63]. Доминантные виды в составе лесных угодий представлены такими древесными породами как: *Dipterocarpus costatus* Gaertn., *Dipterocarpus dyeri* Pierre., *Dipterocarpus intricatus* Dyer., *Dipterocarpus obtusifolius* Teysm., *Hopea ferrea* Pierre., *Hopea recopei* Pierrei, *Anisoptera costata* Korth., *Lithocarpus dinhensis* (Hickel & A. Camus) A. Camus, *Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib., *Dalbergia oliveri* Gamble ex Prain, *Sindora siamensis* Teysm. ex Miq. var. *Siamensis* [62].

Как видно из рисунка 4.11, высокие значения индексы NDVI для покрова угодий заказника **Нуй Ба Ра** зарегистрированы в центре объекта, где высота гор превышает 400 м над уровнем моря. Это наиболее строго охраняемая зона в заказнике, все антропогенные воздействия запрещены. Поэтому в этой зоне заповедника

растительность имеет высокую плотность ($NDVI \geq 0,5$). Однако, в зонах с высотами гор менее 400 м выявлено более низкое значение индекса NDVI, а вдоль границы заказника преобладают низкая и средняя плотность растительного покрова. В период с 1995 по 2007 годы площадь угодий с высокой плотностью растительности сократилась (рисунок 4.12-д). В текущем году на территории заказника зарегистрировано повышение индекса NDVI до 0,74, что подтверждает высокую плотность растительности. Это указывает на то, что в заказнике идет процесс восстановления влажного тропического смешанного леса. В составе лесных насаждений преобладают такие виды растений, как *Lagerstroemia calyculata* Kurz, *Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib., *Sindora siamensis* Teysm. ex Miq., *Hopea odorata* Roxb., *Dipterocarpus alatus* Roxb., *Dipterocarpus dyeri* Pierre. и видами бамбука, такими как *Bambusa procera* A. Chev. & A. Camus [11]. Однако, лесная площадь заказника Нуй Ба Рас высокой густотой древостоя еще не восстановлена по сравнению с результатами первого года исследования (1995 г.).

Карты индекса NDWI заповедника Суан Лиен, полученные за 2000, 2010 и 2020 годы, показывают результаты динамики водных объектов в течение периода исследований (рисунок 4.13).

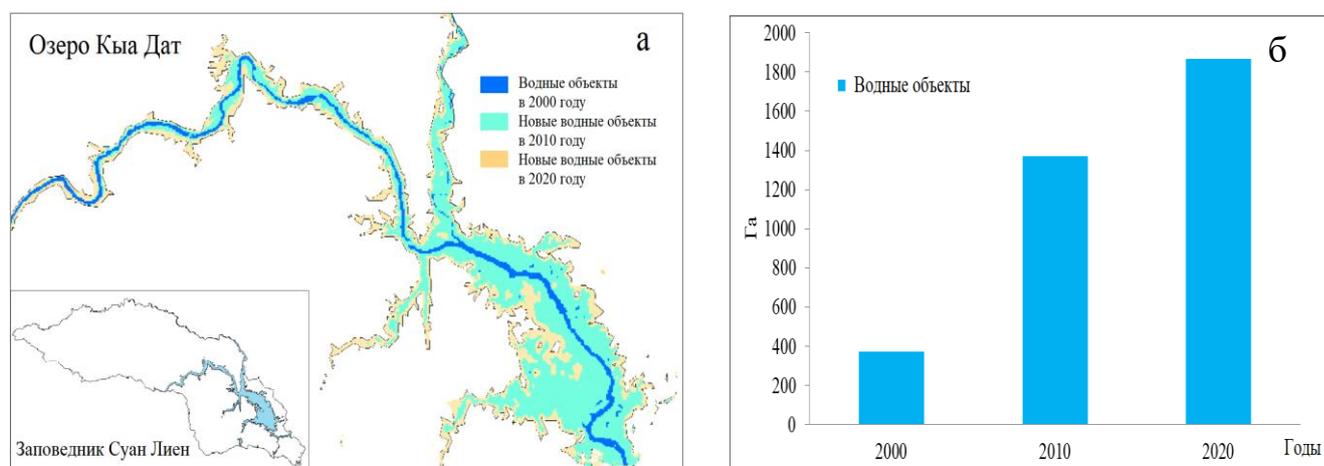


Рисунок 4.13 – Карта динамики площадей водных объектов в озера Кыа Дат с 2000 по 2020 год (а) и динамика их по всему заповеднику Суан Лиен (б)

Анализ данных представлен на рисунке 4.13 показывает, что за последние 20 лет площадь водных объектов заповедника постоянно увеличивалась, особенно с 2000 по 2010 год. Это увеличение произошло в основном в районе озера Кыа Дат. Результаты мониторинга площадей земельных угодий по категориям плотности растительности и водных объектов являются первым опытом изменения земного покрова в заповеднике Суан Лиен.

По результатам классификации космоснимков, карты состояния земельных

угодий заповедника Суан Лиен, национального парка Кат Тьен в провинции Донг Най нами разработаны и приведены в рисунках 4.14 - 4.15.

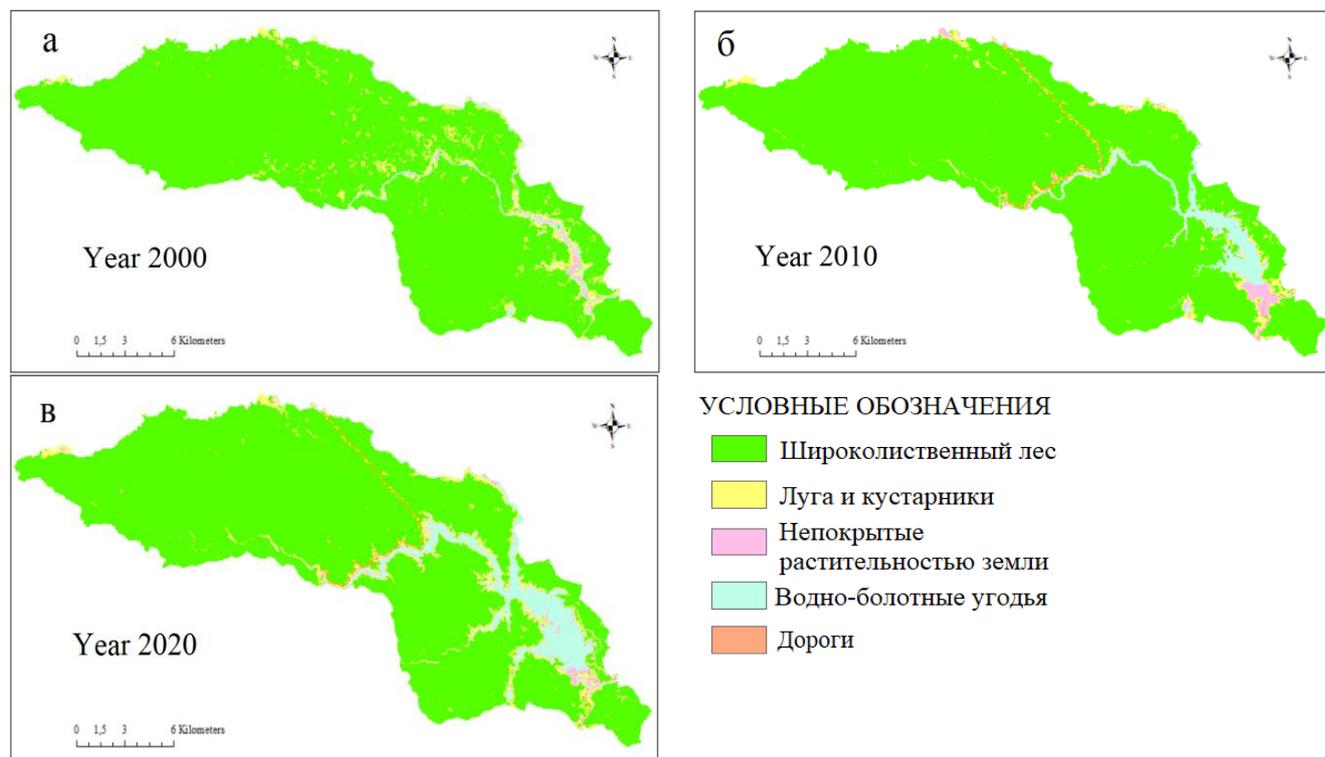


Рис. 4.14 – Карта состояния земель заповедника Суан Лиен в 2000 году (а), в 2010 году (б), в 2020 году (в)

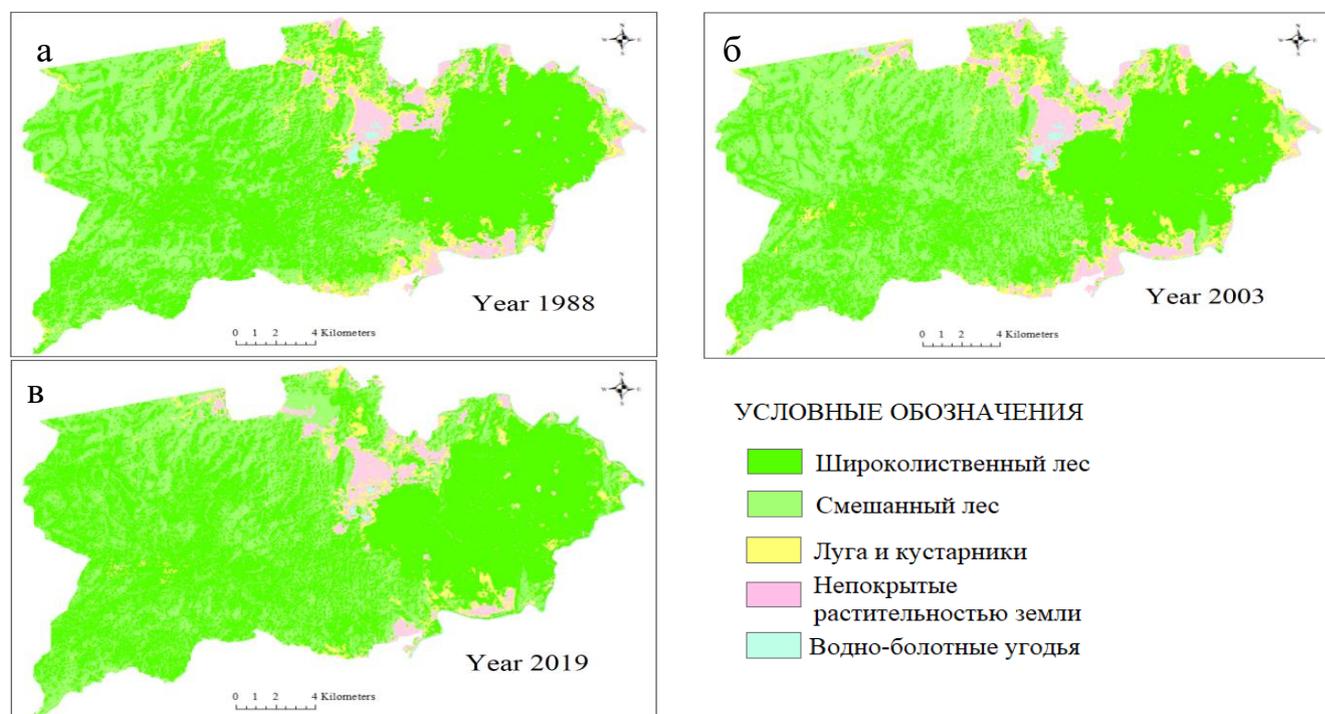
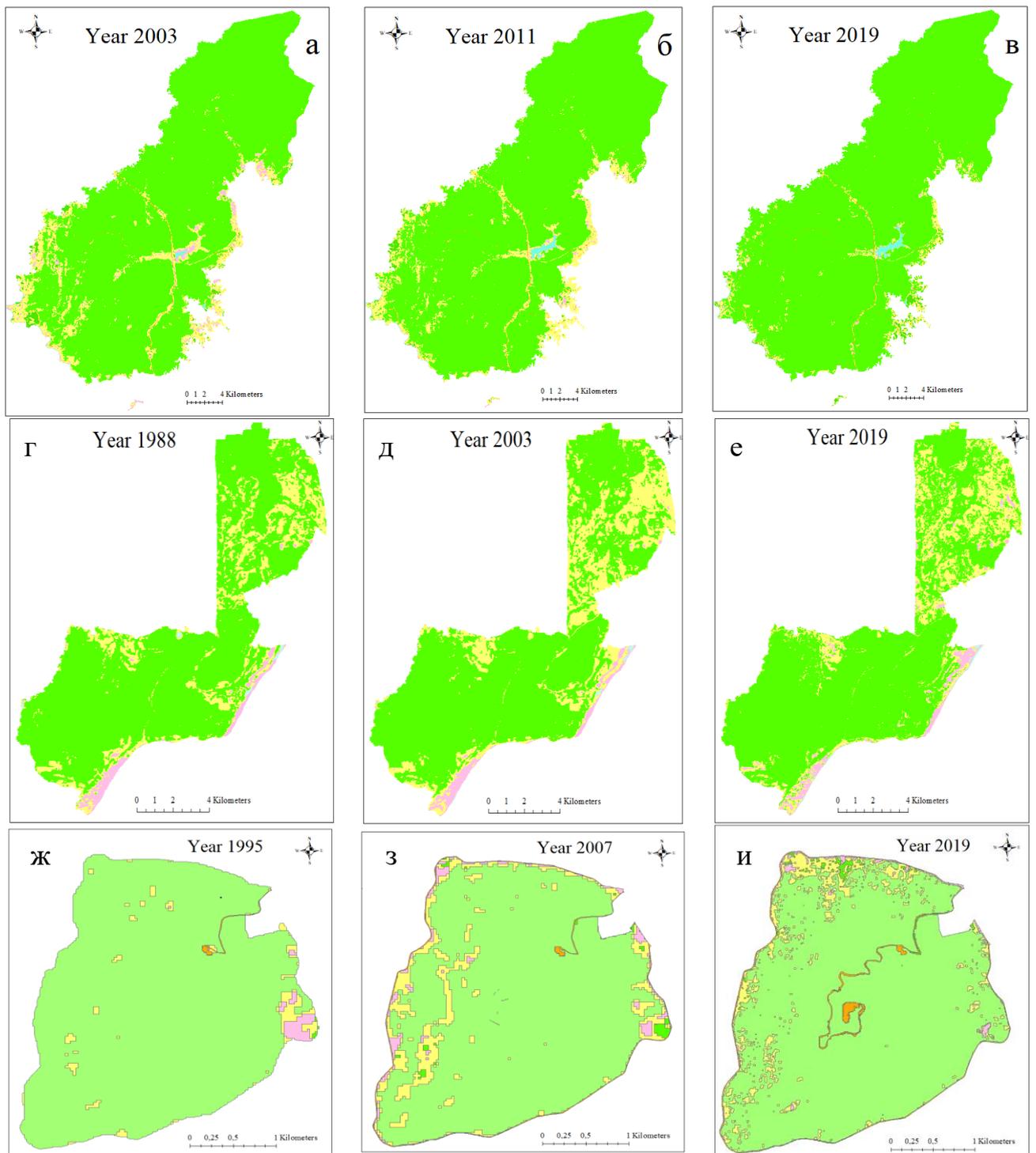


Рисунок 4.15 – Карта состояния земель национального парка Кат Тьен в 1988 (а), 2003 (б) и 2019 (в) годах

Карты состояния земель заповедников Донг Най, Бинь Чау - Фьок Бьу и

заказника Нуй Ба Ра приведены в рисунках 4.16.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Широколиственный лес		Непокрытые растительностью земли
	Смешанные леса		Дороги и земля исторических памятников
	Луга и кустарники		Водно-болотные угодья

Рисунок 4.16 – Карта состояния земель в разные годы исследований в заповедниках Донг Най (а–в), Бинь Чау-Фьюк Быу (г–е) и заказнике Нуй Ба Ра (ж–и)
Оценка точности классификации снимков исследованных ООПТ приведена в

таблицах 4.7 - 4.11.

Таблица 4.7 – Результаты оценка точности классификации снимков заповедника Суан Лиен

Категория земель	Точность по годам исследований, %					
	2000 г.		2010 г.		2020 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Широколиственные леса	90,2	93,9	94,0	92,2	96,2	96,2
Луга и кустарники	84,3	86,0	84,6	86,3	88,7	94,0
Непокрытые растительностью земли	83,7	78,3	83,3	85,4	84,8	84,8
Водно-болотные угодья	91,3	89,4	95,6	93,5	95,7	91,7
Дороги	91,7	94,3	92,3	92,3	97,4	94,9
Общая точность, %	88,1		89,9		92,3	
Индекс Каппа	0,85		0,87		0,90	

Таблица 4.8 – Результаты оценка точности классификации снимков национального парка Кат Тьен провинции Донг Най

Категория земель	Точность, %					
	1988 год		2003 год		2019 год	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Широколиственные леса	94,0	90,4	96,1	94,2	96,1	98,0
Смешанный лес	80,4	88,2	88,5	86,8	90,7	92,5
Луга и кустарники	79,6	86,0	85,2	90,2	90,4	90,4
Непокрытые растительностью земли	86,0	84,3	88,7	90,4	94,6	91,4
Водно-болотные угодья	97,7	87,5	98,0	94,1	92,6	92,6
Общая точность, %	87,0		91,1		92,9	
Индекс Каппа	0,84		0,89		0,91	

Таблица 4.9 – Результаты оценка точности классификации снимков заповедника Донг Най

Категория земель	Точность, %					
	2003 г.		2011 г.		2019 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Широколиственные леса	91,8	90,0	95,7	91,8	97,6	96,4
Луга и кустарники	78,9	86,5	81,8	90,0	89,7	92,9
Непокрытые растительностью земли	82,7	81,1	87,0	85,5	93,9	91,8
Водно-болотные угодья	91,8	90,0	93,8	91,8	92,9	94,6
Дороги	94,3	90,9	98,0	96,2	94,1	92,3
Общая точность, %	87,9		91,3		93,7	
Индекс Каппа	0,85		0,89		0,92	

Таблица 4.10 – Результаты оценка точности классификации снимков заповедника Бинь Чау – Фыок Быу

Категория земель	Точность, %					
	1988 г.		2003 г.		2019 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Широколиственные леса	94,0	92,2	97,9	95,9	97,9	95,9
Луга и кустарники	86,0	86,0	89,6	91,5	90,2	95,8
Непокрытые растительностью земли	84,3	89,6	86,0	87,8	93,8	91,8
Водно-болотные угодья	95,5	91,3	93,3	91,3	95,5	93,3
Общаяточность, %	89,9		91,7		94,3	
Индекс Каппа	0,86		0,89		0,92	

Таблица 4.11 – Результаты оценка точности классификации снимков заказника Нуй Ба Ра

Категория земель	Точность, %					
	1995 г.		2007 г.		2019 г.	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Смешанные леса	89,8	88,0	95,8	90,2	97,9	95,9
Луга и кустарники	89,8	81,6	83,3	90,0	91,8	91,8
Непокрытые растительностью земли	79,5	85,4	85,1	87,0	88,9	93,0
Дороги и земля исторических памятников	92,1	87,5	95,2	90,9	95,7	93,8
Общаяточность, %	85,8		89,9		93,6	
Индекс Каппа	0,84		0,86		0,92	

Из данных таблиц 4.7 – 4.11 видно, что нами достигнута значительная согласованность результатов классификации и справочными данными. Для национального парка Кат Тьен, заповедников Суан Лиен, Донг Най, Бинь Чау - Фыок Быу и заказника Нуй Ба Ра точности пользователя и производителя исследований достаточно высокие. Общая точность карт растительного покрова в разных годах исследований больше 85,0%, а индекс Каппа – равен 0,84. Таким образом, результаты согласованности данных являются приемлемыми до и после классификации.

Результаты инвентаризация растительного покроваземельных угодий по категориям в районе хребта Чыонгшон приведены в таблице 4.12 – 4.16.

Таблица 4.12 – Динамика площадей земель по категориям в заповеднике Суан Лиен

Категория земель	2000 год		2010 год		2020 год	
	га	%	га	%	га	%
Широколиственные леса	25534,1	92,4	24934,7	90,2	23830,9	86,2
Луга и кустарники	1413,4	5,1	926,8	3,4	1362,6	4,9
Непокрытые растительностью земли	266,5	1,0	570,7	2,1	518,8	1,9
Водно-болотные угодья	434,2	1,6	1065,8	3,9	1785,7	6,5
Дороги	0,0	0,0	150,2	0,5	150,2	0,5
Итого	27648,2	100	27648,2	100	27648,2	100

Таблица 4.13 – Динамика площадей земель по категориям в национальном парке Кат Тьен провинции Донг Най

Категория земель	1988 год		2003 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Широколиственные леса	24546,5	59,8	20668,7	50,3	26765,2	65,2
Смешанные леса	10770,5	26,2	14136,5	34,4	11161,5	27,2
Луга и кустарники	2782,5	6,8	3052,6	7,4	1518,1	3,7
Непокрытые растительностью земли	2685,3	6,5	2871,3	7,0	1444,2	3,5
Водно-болотные угодья	267,9	0,7	323,6	0,8	163,7	0,4
Итого	41052,7	100	41052,7	100	41052,7	100

Таблица 4.14 – Динамика площадей земель по категориям в заповеднике Донг Най

Категория земель	2003 год		2011 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Широколиственные леса	60601,1	88,7	62199,3	91,1	63693,0	93,3
Луга и кустарники	6708,0	9,8	5333,6	7,8	3792,3	5,6
Непокрытые растительностью земли	550,1	0,8	218,0	0,3	185,8	0,3
Водно-болотные угодья	185,9	0,3	294,2	0,4	374,0	0,5
Дороги	258,2	0,4	258,2	0,4	258,2	0,4
Итого	68303,3	100	68303,3	100	68303,3	100

Таблица 4.15 – Динамика площадей земель по категориям покрова в заповеднике Бинь Чау – Фьок Быу

Категория земель	1988 год		2003 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Широколиственные леса	9108,9	80,7	8464,3	75,0	8724,6	77,3
Луга и кустарники	1846,0	16,3	2519,8	22,3	2157,1	19,1
Непокрытые растительностью земли	310,4	2,7	289,6	2,6	379,5	3,4
Водно-болотные угодья	27,7	0,2	19,3	0,2	31,8	0,3
Итого	11293	100	11293	100	11293	100

Таблица 4.16 – Динамика площадей земель по категориям в заказнике Нуй Ба Ра

Категория земель	1995 год		2007 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Смешанные леса	819,9	96,0	742,3	86,9	762,4	89,2
Луга и кустарники	22,6	2,6	85,4	10,0	69,3	8,1
Непокрытые растительностью земли	10,0	1,2	17,1	2,0	7,7	0,9
Дороги и земля исторических памятников	1,8	0,2	9,5	1,1	14,9	1,7
Итого	854,3	100	854,3	100	854,3	100

Как видно из таблицы 4.12, доминирующей категорией растительного покрова на земельных угодьях заповедника Суан Лиен являются широколиственные леса, доля которых снижается соответственно 92,4%, 90,2%, 86,2% для 2000, 2010 и 2020 годов. Большая площадь широколиственных лесов с высокой плотностью растительности является благоприятным условием для сохранения биоразнообразия в заповеднике Суан Лиен. В целях уменьшения антропогенного воздействия на естественные лесные экосистемы заповедника и повышения качества жизни людей реализована политика переселения людей из основной зоны заповедника Суан Лиен на указанные территории буферной зоны ООПТ. Соответственно, земля жителей для выращивания риса после того, как их забросили, преобразованы в 2000 году в земли, покрытые лугом и кустарником. Эти земли четко видны на спутниковых снимках 2000 года. По данным инвентаризации растительного покрова угодий площадь лугов и кустарников в 2000 года являлась самой большой за все годы исследований (1413,4 га или 5,1%). В периоде 2000-2010 годов в заповеднике построили озеро Кыа Дат, для ирригационных работ, направленных на регулирование паводков ниже по течению, для обеспечения водой 87000 га сельскохозяйственных культур и выработки электроэнергии для обеспечения энергетической безопасности региона. Для повышения эффективности наземного патрулирования и защиты окружающей среды в заповеднике построены новые автомобильные дороги площадью 150,2 га. Также в период исследований в заповеднике проводились мероприятия по облесению земель, направленные на восстановление бедных и истощенных лесов и развитие древостоев на заброшенных рисовых полях. В результате в 2010 году (через 10 лет) большая часть ранее сельскохозяйственных земель преобразована в лесные угодья. Однако восстановленных земельных площадей все же меньше, чем лесов, утраченных в основном из-за развития строительных работ в 2010 году. Таким образом, в целом площадь водно-болотных

угодий имела тенденцию к увеличению, а площадь лесов - к уменьшению в период с 2000 по 2010 годы. С 2010 по 2020 год площадь водно-болотных угодий заповедника продолжила увеличиваться на 719,9 га (2,6%). Причина в том, что в начале 2020 года количество воды, хранящейся в водохранилище Кыа Дат достигло высокого уровня из-за большого количества воды, поступающей в озеро. Напротив, за последние 10 лет площадь лесов продолжала сокращаться на 1103,8 га (4,0%). Лесной массив в значительной степени преобразован в земли, покрытые лугом и кустарником. Эти угодья сконцентрировались в основном на берегу озера Кыа Дат. В 2020 году площадь дорог не изменилась по сравнению с 2010 годом из-за политики ограничения развития инфраструктуры в заповеднике для защиты биоразнообразия.

Как видно из данных таблицы 4.13, доминирующим типом растительного покрова в национальном парке Кат Тьен являются широколиственные леса, доля которых составляет около 59,8%, 50,4%, 65,2% соответственно для 1988, 2003 и 2019 годов. В период с 1988 по 2003 годы площадь широколиственных лесов сократилась на 3877,89 га (9,45%). Это связано с самовольной заготовкой древесины ценных пород. В период с 2003 по 2019 годы площадь широколиственных лесов увеличилась на 6096,49 га (14,85%). После 21 года окончания войны американцев во Вьетнаме, уровень жизни населения оставался низким. Поэтому крестьяне, живущих в буферной зоне парка, незаконно вырубали деревья для продажи, а на вырубке, после её подготовки высевали сельскохозяйственные культуры, что привело к сокращению площади широколиственных лесов и заменой их смешанными. А на восточной части парка, где в основном произрастали широколиственные леса, появились после главной рубки лесные участки с непокрытыми растительностью землями, луга и кустарники.

В период с 2003 по 2019 годы государственная политика Правительства Вьетнама существенно изменилась. В парке Кат Тьен создали условия для развития экотуризма, повысили уровень благосостояния для жителей коренных общин, ужесточились меры наказания за самовольную рубку насаждений. Перечисленные меры уменьшили нагрузку на лесные экосистемы, усовершенствовались технологии восстановления, охраны и защиты лесов, прекращен перевод лесных участков в сельскохозяйственные угодья. За 30-летний период исследований земель парка Кат Тьен выявлены незначительные изменения площадей широколиственных, смешанных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель и водно-болотных угодий

соответственно на 5,4%, 1,0%, 3,1%, 3,0% и 0,3%. Больше всего в парке увеличилась площадь лесов различного состава.

Из данных в таблице 4.14. видно, что структура земельных угодий заповедника Донг Най и национального парка Кат Тьен имеет много общего, поскольку эти два объекта смежно расположены. Однако, заповедник Донг Най расположен ближе к крупнейшему экономическому центру Вьетнама, Хошимину, поэтому характеризуется развитой дорожной сетью, которая занимает часть земель, которую назвали категория «дороги» [16]. В частности, в заповеднике самая большая площадь принадлежит лесами, за ними следуют луга и кустарники, непокрытые растительностью земли, и, наконец, водно-болотные угодья и дороги. Доминирующей категорией растительного покрова на угодьях заповедника Донг Най являются широколиственные леса, доля которых ежегодно возрастает и составляет соответственно 88,7%, 91,1%, 93,3% в 2003, 2011 и 2019 годах. Заповедник Донг Най является частью всемирного одноименного биосферного заповедника, по этой причине вьетнамское правительство тратит значительные средства на разработку проектов по восстановлению лесной растительности и сохранению биоразнообразия. Это проекты «Наращивание потенциала для управления и мониторинга по сохранению биоразнообразия заповедника Донг Най в период с 2003 по 2005 годы»; «Инвестиции в посадку и восстановление коренных высокоствольных лесов с 2009 по 2015 годы»; «Генеральный план заповедника Донг Най до 2020 года». Заповедник также сотрудничает с международными организациями по проведению образовательных мероприятий по охране окружающей среды. Совместно со Всемирный фонд дикой природы (WWF) реализует инвестиционные программы социально-экономического развития заповедника и снижения нагрузки на леса. Реализуются проекты «Создание рабочих мест, стабилизация жизни жителей в буферной зоне заповедника Донг Най»; «Стабилизация численности населения в двух коммунах Ма Да и Хиеу Лиём». Проект «Изготовление поделок из ресурсных недревесных продуктов леса» создал рабочие места для местных жителей и создал дополнительные источники дохода. В результате принятых администрацией мер лесная экосистема заповеднике постепенно восстанавливается. Площадь широколиственных лесов увеличилась с 2003 по 2011 годы на 1598,3 га (2,4%), а с 2011 по 2019 годы на 1493,7 га (2,2%). За 16 лет в заповеднике Донг Най площади широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель,

водно-болотных угодий изменились соответственно на 4,6%, 4,2%, 0,5%, 0,2%. Интенсивнее идет процесс восстановления широколиственных лесах, земель лугов и кустарников.

Как видно из данных таблицы 4.15, доминирующим типом растительности в заповеднике Бинь Чау - Фыок Быу в 1988, 2003 и 2019 годах оставались широколиственные леса, которые соответственно составляли 80,7%, 75,0%, 77,3%. Однако, доля их площади постепенно снижается из-за самовольных рубок, причинами которых является нищета сельских жителей. С 1988 по 2003 год площадь широколиственных лесов сократилась на 644,6 га (5,7 %), а площадь лугов и кустарников увеличилась на 673,8 га (6,0%). В дальнейшем, в провинции Бариа-Вунгтау Вьетнама, где находится объект, обнаружены запасы нефти и газа. Эти природные ресурсы и постройка морского порта позволили поднять экономическое положение региона. Кроме того, Народный комитет Бариа-Вунгтау разработал в 2003 году специальные программы по восстановлению, защите и охране лесов в заповеднике Бинь Чау – ФыокБыу. В результате одной из программ местные жители переселены с земель заповедника на другие территории, что способствовало сохранению естественных прибрежных лесов, восстановлению древостоев на лесных угодьях заповедника и защите окружающей среды в регионе. Площадь лесов с 2003 по 2019 годы увеличилась на 260,3 га (2,3%), а лугов и кустарников сократилась на 362,7 га (3,2%). За последние 30 лет в заповеднике изменились площади широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель и водно-болотных угодий соответственно на 3,4%, 2,8%, 0,7% и 0,1%. Наибольшее увеличение площади характерно для широколиственных лесов, как и в других ООПТ.

Классификация земельных угодий в заказнике Нуй Ба Ра показали, что в 1991 и в 2007 годах широколиственные леса преобладали: 819,9 га (96,0%) и 742,2 га (86,9%) соответственно (таблица 4.16). Луга и кустарники занимали 22,6 га (2,6%) и 85,4 га (10,0%), непокрытые растительностью земли – 10,0 га (1,2%) и 17,1 га (2,0%), а дороги и земля исторических памятников – 1,8 га (0,2%) и 9,5 га (1,1%). Несущественные изменения получены в 2019 году с космоснимков Sentinel-2A. Лесами занято 762,4 га (89,2%) площади, соответственно лугами и кустарниками – 69,3 га (8,1%), дорогами и землями исторических памятников – 14,9 га (1,7%) и непокрытые растительностью земли – 7,7 га (0,9%) и (таблица 4.17.). С 1995 по 2007 год отмечается снижение

площади широколиственных лесов по сравнению с другими категориями земель – 77,6 га (9,1%). Причиной уменьшения площади лесов является антропогенное воздействие на лесную экосистему, что и в других ООПТ [97]. Согласно департамента лесного хозяйства провинции Биньфыок «Доклад об осуществлении лесного надзора в заказнике Нуй Ба Ра за 2003 год» на окружающую среду отрицательно повлияли: формирование землепользований на лесных угодьях, самовольноеглавное и побочное пользование лесной продукцией и лесные пожары, которым способствовали жаркая, сухая погода и сильные ветры [72]. Основной причиной лесных пожаров в заказнике является антропогенный фактор: ведение земледелия и заготовка лесных ресурсов местными жителями, неосторожное обращение с огнем туристами, посещающими заказник. Поскольку рельеф заказника гористый с крутыми склонами, доступ охране к месту горения затруднен. Кроме того, в заповеднике недостаточно водно-болотных угодий и пожарных водоемов для забора воды, борьба с лесными пожарами затруднена. В результате частых пожаров некоторые естественные лесные массивы выгорели. На горях формируются луговые и кустарниковые угодья, которых увеличились с 1995 по 2007 годы на 62,8 га. Площадь лесов с 2007 по 2019 годы увеличиласьна 20,2 га (2,3%), благодаря облесению и восстановлению деградированных лесов. В заповеднике проведено в 2011 году расширение дорог, реконструкция исторических памятников и строительство канатной дороги «Ба Ра», с целью повышения эффективности охраны лесов заказника и развития экотуризма. В последние годы прекратилась вырубка лесов и сократилось количество пожаров. За 25 лет наблюдений за динамикой напочвенного покрова заказника Нуй Ба Ра отмечены изменения площадей широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель, дорог и земель исторических памятников соответственно на 6,7%, 5,5%, 0,3% и 1,5%. Широколиственные леса больше всего увеличили свою площадь благодаря естественному возобновлению и принятым мерам Правительства Вьетнама.

Для перевода земельных угодий ООПТ в районе хребта Чьонгшон в

другие категории нами составлена матрица их динамики в период наблюдений (таблицы 4.17 - 4.21).

Таблица 4.17 – Матрица динамики площадей земель в заповеднике Суан Лиен по категориям с 2000 по 2020 годы, га

Категория земель		Площадь, 2020 год					Итого 2000 г.
		1	2	3	4	5	
Площадь, 2000 год	1	23376,4	916,4	362,5	840,0	38,8	25534,1
	2	447,9	388,7	98,6	455,7	22,6	1413,4
	3	1,2	24,6	24,8	215,1	0,9	266,5
	4	5,4	32,9	33,0	274,9	87,9	434,2
Итого 2020 г.		23830,9	1362,6	518,8	1785,7	150,2	27648,2

Примечание: 1 – широколиственные леса; 2 – луга и кустарники; 3 – непокрытые растительностью земли; 4 – водно-болотные угодья, 5 – дороги

Таблица 4.18 – Матрица динамики площадей земель в национальном парке Кат Тьен провинции Донг Най по категориям с 1988 по 2019 годы, га

Категория земель		Площадь, 2019 год					Итого 1988 г.
		1	2	3	4	5	
Площадь, 1988 год	1	21315,0	3120,3	77,5	33,2	0,5	24546,5
	2	4071,4	6594,2	33,5	68,7	2,7	10770,5
	3	706,3	1145,2	898,9	30,2	1,9	2782,5
	4	645,8	295,3	495,5	1226,8	21,9	2685,3
	5	26,7	6,5	12,7	85,3	136,7	267,9
Итого 2019 г.		26765,2	11161,5	1518,1	1444,2	163,7	41052,7

Примечание: 1 – широколиственные леса; 2 – смешанные леса; 3 – луга и кустарники; 4 – непокрытые растительностью земли; 5 – водно-болотные угодья

Таблица 4.19 – Матрица динамики площадей земель по категориям в заповеднике Донг Най с 2003 по 2019 годы, га

Категория земель		Площадь, 2019 год					Итого 1988 г.
		1	2	3	4	5	
Площадь, 2003 год	1	60089,5	485,2	22,0	4,4	0,0	60601,1
	2	3435,7	2997,8	123,0	151,5	0,0	6708,0
	3	160,9	287,6	28,4	73,2	0,0	550,1
	4	6,9	21,7	12,4	144,9	0,0	185,9
	5	0,0	0,0	0,0	0,0	258,2	258,2
Итого 2019 г.		63693,0	3792,3	185,8	374,0	258,2	68303,3

Примечание: 1 – широколиственные леса; 2 – луга и кустарники; 3 – непокрытые растительностью земли; 4 – водно-болотные угодья; 5 – дороги

Таблица 4.20 – Матрица динамики площадей земель в заповеднике Бинь Чау – Фыок Быу по категориям с 1988 по 2019 годы, га

Категория земель		Площадь, 2019 год				Итого 2019 г.
		Широколиственные леса	Луга и кустарники	Непокрытые растительностью земли	Водно-болотные угодья	
Площадь, 1988 год	Широколиственные леса	7927,4	1116,2	62,1	3,2	9108,9
	Луга и кустарники	773,2	948,7	120,4	3,7	1846,0
	Непокрытые растительностью земли	22,1	80,8	190,9	16,6	310,4
	Водно-болотные угодья	1,9	11,4	6,1	8,3	27,7
Итого 2019 г.		8724,6	2157,1	379,5	31,8	11293,0

Таблица 4.21 – Матрица динамики площадей земельных угодий в заказнике Нуй Ба Ра по категориям с 1995 по 2019 годы, га

Категория земель		Площадь, 2019 год				Итого 1995 г.
		Смешанные леса	Луга и кустарники	Непокрытые растительностью земли	Дороги и земля исторических памятников	
Площадь, 1995 год	Смешанные леса	739,9	61,8	5,7	12,5	819,9
	Луга и кустарники	15,4	5,7	1,0	0,5	22,6
	Непокрытые растительностью земли	7,1	1,8	1,0	0,1	10,0
	Дороги и земля исторических памятников	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8
Итого 2019 г.		762,4	69,3	7,7	14,9	854,3

Из данных таблиц 4.17 видно, что с 2000 по 2020 годы произошли изменения на 13,0% (3583,4 га) общей площади заповедника Суан Лиен. За последние 20 лет площадь растительности с высокой плотностью заповедника имела тенденцию к уменьшению. Площадь широколиственных сократилась на 1703,2 га (6,2%), в основном за счет преобразования земель, покрытые лесной растительностью в луга и кустарники (916,4 га) и водные объекты – 840,0 га. Наоборот, площадь водно-болотных угодий увеличилась на 1351,5 га (4,9%) из-за строительства гидроузла Кыа Дат в заповеднике. Кроме того, к концу периода исследований в заповеднике Суан Лиен построены новые дороги площадью 150,2 га.

Из данных таблицы 4.18 видно, что с 1998 по 2019 годы произошли изменения площади национального парка Кат Тьен на 26,5% (30171,6 га). Первоначально площади

под широколиственными, смешанными лесами, лугами и кустарниками, непокрытыми растительностью землями и водно-болотными угодьями составляли соответственно 21315,0 га, 6594,2 га, 898,9 га, 1226,8 га и 136,7 га. Площади этих категорий угодий почти сохранились и к 2019 году. Увеличились лишь площади широколиственных и смешанных лесов соответственно на 2218,7 га (5,4%) и 391,0 га (1,0%), в основном за счет преобразования лугов и кустарников в земли, покрытые лесом (1851,5 га). В тоже время площадь лугов, кустарников и непокрытых растительностью земель сократилась соответственно на 1264,4 га (3,1%) и 1241,1 га (3,0%), благодаря созданию лесных культур. Площадь водно-болотных угодий уменьшилась на 104,2 га (0,3%) в основном из-за длительного засушливого времени в парке, что привело к снижению уровня воды в них. Почти 85,3 га водно-болотных угодий превратились в непокрытые растительностью земли.

Из данных таблицы 4.19 видно, что за 16-летний период наблюдения изменения площади угодий в заповеднике Донг Най составили 7,0% (4784,4 га). В 1988 году площадь широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель, водно-болотных угодий и дорог в заповеднике составляла соответственно 60089,5 га, 2997,8 га, 28,5 га, 144,9 га и 258,2 га. В дальнейшем, с 2003 по 2019 годы отмечено увеличение площади широколиственных лесов на 3092,0 га (4,6%), посредством лесоразведения на землях лугов и кустарников (3435,7 га) и непокрытых растительностью (160,9 га). Большая часть этих угодий, находится на юге заповедника, где почвы малопродуктивны, загрязнены химическими веществами и обломками снарядов, сброшенных во время военных действий США. В этих условиях произрастала лишь травянистая растительность и кустарники, корневые системы которых располагаются в верхнем почвенном горизонте. В последние годы стала проводиться рекультивация этих земель для лесоразведения. На восстановленных землях формировали лесные насаждения различного состава. За последние 16 лет площадь лугов, кустарников и непокрытых растительностью земель соответственно сократилась на 2915,7 га (4,2%) и 364,3 га (0,5%). Водно-болотные угодья, включающие озеро Ба Хао и небольшие реки и ручьи, впадающие в озеро Чи Ан равномерно распределены по территории заповедника. В заповеднике Донг Най сухой сезон длится почти полгода, за этот период мелкие реки и ручьи пересыхают, поэтому площадь водно-болотных угодий довольно сильно колеблется в периоды исследований. Но установлено, что с 2003 по 2019 годы площадь водно-болотных угодий увеличилась на 188,1 га (0,3%), благодаря

строительству гидросооружений на водохранилище Чи Ан. Земли площадью 224,7 га по побережью озера Ба Хао категорий непокрытых растительностью, лугов и кустарников преобразованы Правительством страны в водно-болотные угодья. В последние 16 лет политика Правительства Вьетнама направлена на планирование землепользования, улучшения состояния дорог (258,2 га) путем текущего ремонта.

Из данных таблицы 4.20 видно, что в период с 1988 по 2019 год изменение земельных угодий заповедника Бинь Чау - Фыок Быу составляет 2217,7 га (19,6%). В 1988 году площади земель под широколиственными лесами, лугами и кустарниками, непокрытые растительностью земли водно-болотными угодьями составляли соответственно 7927,4 га, 948,7 га, 190,9 га и 8,3 га. К концу периода исследований площадь широколиственных лесов в заповеднике Бинь Чау - Фыок Быу имеет тенденцию к уменьшению. За 30 лет площади лугов, кустарников и непокрытых растительностью земли увеличились в заповеднике соответственно на 69,1 га и 4,1 га из-за рубки насаждений. Площадь водно-болотных угодий ООПТ за 30 лет мало изменилась, но они играют важную роль в поддержании водного баланса заповедника и являются источником воды для диких животных.

Из данных таблиц 4.21. видно, что за 24-летний период исследований изменения площадей земельных угодий заказника Нуи Ба Ра составляет 12,4% или 105,9 га. С 1995 по 2019 годы площади широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель, дорог и земель исторических памятников соответственно составляли 739,9 га, 5,7 га, 1,0 га и 1,8 га. Больше всего уменьшилась площадь широколиственного леса – 57,5 га (6,8%). Лесные участки преобразованы под луга и кустарники, которые составили 61,8 га (5,0%). В период с 2007 по 2019 год на непокрытых растительностью землях высаживаются лесные культуры на площади 7,1 га. Площадь непокрытых растительностью земель уменьшилась на 2,3 га (0,3%). Примечательным моментом является то, что с 1995 по 2019 год площадь дорог и земель исторических памятников в заказнике увеличилась на 13,0 га или 1,5%, что объясняется инвестициями в инфраструктуру лесных массивов для развития экотуризма и защиты окружающей среды.

Наши исследования показали, что лесные экосистемы в заповедниках Суан Лиен, Бинь Чау – Фыок Быу и заказнике Нуи Ба Ра находятся в состоянии деградации. Об этом свидетельствуют результаты сравнения объемов вырубки и лесовосстановления лесных угодий ООПТ за период исследований (рисунки 4.17 - 4.19).

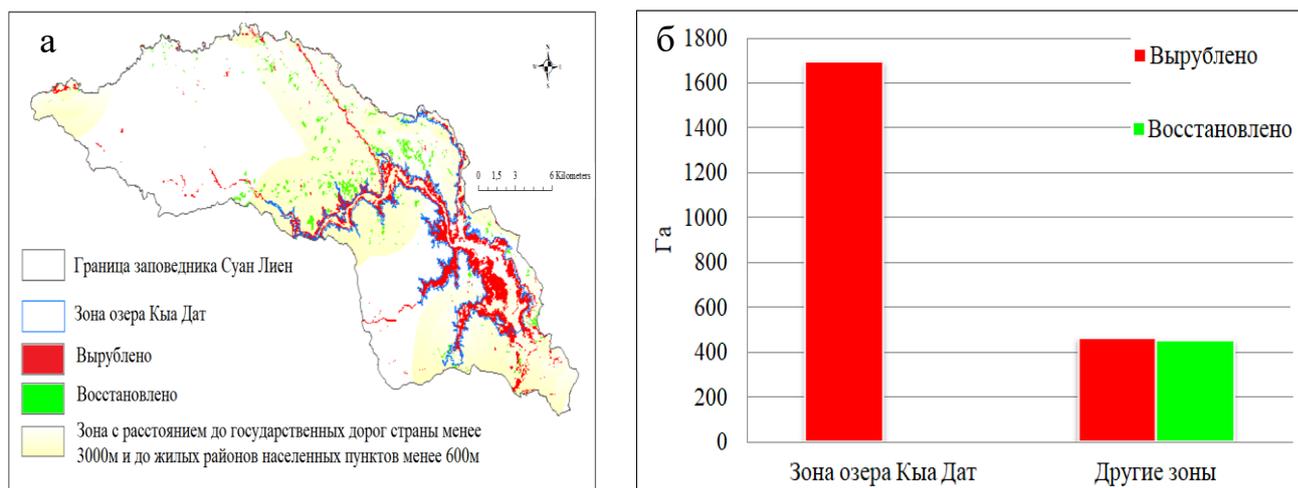


Рисунок 4.17 – Вырубка и восстановление лесов в заповеднике Суан Лиен с 2000 по 2020 гг. – карта состояния (а) и восстановления лесных площадей (б)

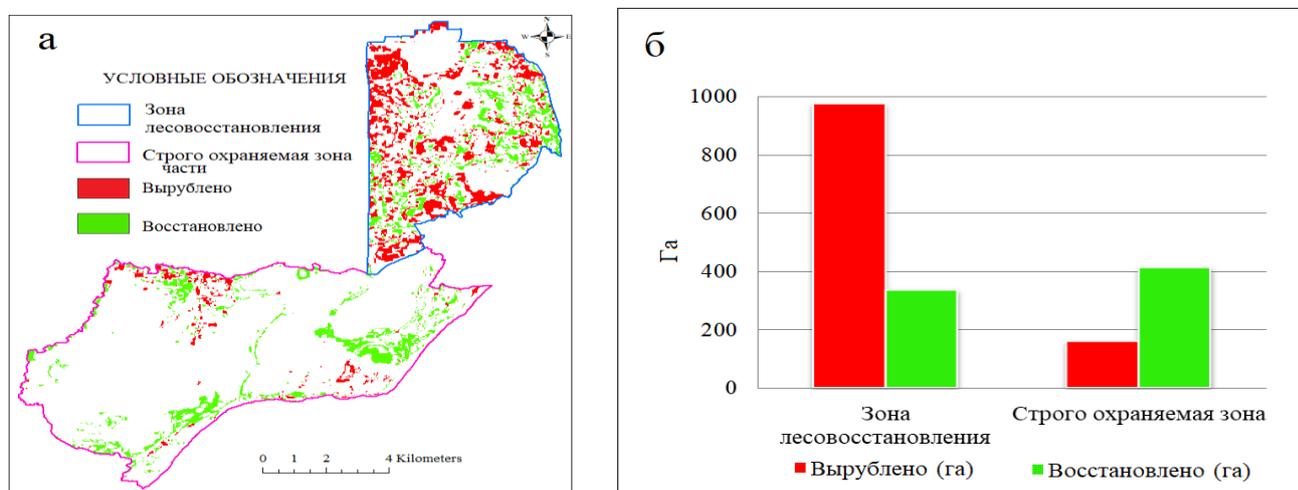


Рисунок 4.18 – Вырубка и восстановление лесов в заповеднике Бинь Чау – Фюок Быу с 1988 по 2019 гг. – карта состояния (а) и восстановления лесных площадей (б)

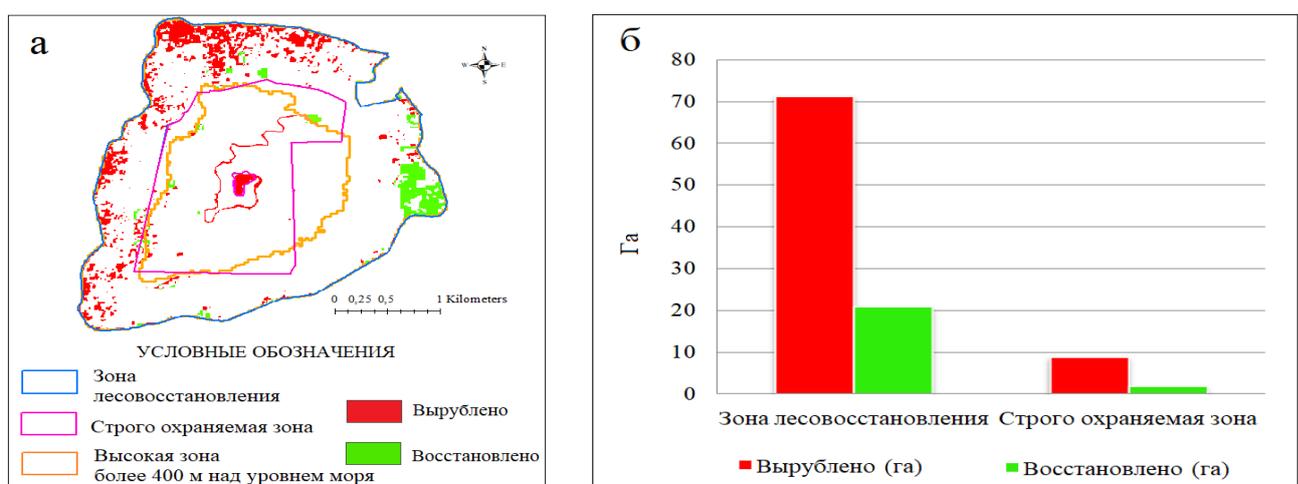


Рисунок 4.19 – Вырубка и восстановление лесов в заказнике Нуй Ба Ра с 1995 по 2019 гг. – карта состояния (а) и восстановления лесных площадей (б)

Из данных рисунка 4.17 видно, что в заповеднике Суан Лиен с 2000 по 2020 год

лесные массивы с изменением состояния распределены в районе с меньшим расстоянием до государственных дорог, 3000 м и жилых районов населенных пунктов менее 600 м. Это также район с высотой менее 1000 м над уровнем моря и уклоном менее 25 градусов. По прошествии 20 лет на этих территориях было отмечено восстановление лесных экосистем. Однако на всей территории заповедника Суан Лиен площадь вырубки лесов больше, чем площадь восстановленного леса. Обезлесенные леса сконцентрированы в основном в зоне озера в связи со строительством гидроэлектростанции «Кыа Дат» в заповеднике.

Из рисунка 4.18 видно, что площади вырубленных и восстановленных лесов между частями заповедника Бинь Чау – Фьюк Быу различны. В северной части заповедника наблюдается деградация растительности, а в южной части, наоборот, идет процесс восстановления. Это связано с делением земель заповедника для различных целей управления.

Северную часть заповедника можно классифицировать как зону лесовосстановления. Леса восстанавливаются естественным путем. Однако в этой части проходят важные автомобильные дороги. Ежедневный объем трафика в северной части заповедника огромен, что приводит к трудностям сохранения лесов ООПТ. Кроме того, жилые районы распределены вдоль северной границы. Жители здесь имеют доход в основном от сельского хозяйства. Однако градостроительство сократило площадь сельскохозяйственных угодий. И наоборот, увеличение плотности населения привело к необходимости расширения фермерских хозяйств. Поэтому вырубка лесов в северной части заповедника продолжается, что является основной причиной деградации лесов.

Южную часть заповедника можно классифицировать как строго охраняемую зону. Здесь лесные угодья сохранились в первозданном виде. Леса контролируются и охраняются для обеспечения естественного развития экосистем. Кроме того, половина восточной границы части заповедника граничит с морем, где низкая плотность населения, что уменьшает антропогенную нагрузку на лесные экосистемы.

Заказник Нуй Ба Ра расположен на горе Ба Рас высотой более 700 м над уровнем моря. Заказник разделен на две зоны: лесовосстановления и строго охраняемую (рисунок 4.19). Зона лесовосстановления расположена у подножия горы, на высотах менее 400 м и окружена множеством дорог. Раньше в этой зоне проживала этническая группа населения «сиенг» (S'tiêng). Этим жителям разрешалось рубить древесной под

сельхозугодья. В настоящее время в соответствии с Постановлением премьер-министра Вьетнама № 08/2001/QĐ-TTg от 11.01.2001 года «Об опубликовании положения об управлении лесами специального назначения, защитными лесами, производственными лесами» [61], эта территория особо охраняется и ведутся лесовосстановительные работы. Однако из-за особенности расположения и рельефа местности через данный участок ООПТ разрешен транзитный проход населения, из-за отсутствия буферной зоны заказнике Нуй Ба Ра. Плотность населения, в городе Фуоклонг провинции Биньфуок, где расположена гора Ба Ра, довольно высока. Поэтому сложно уберечь лес в зонелесовосстановления от антропогенного воздействия. В этой зоне продолжаются лесонарушения и в последние годы. Из рисунка 4.22 видно, что в зоне лесовосстановления заказника безлесная территория существенно превышает площадь восстановленных лесов за последние 24 года.

Вторая, строго охраняемая зона заказника, расположена в центральной части горы Ба Ра, с высотой более 400 м и крутые склоны. Сложный рельеф и отсутствие дорог являются препятствиями для заготовки древесины, и поэтому в этой части заказника сохранился естественный лесной ландшафт с большими запасами спелой древесины, в целом здесь экосистема меньше всего подвержена антропогенному воздействию, чем другие места заказника. Однако, с развитием с 1995 по 2019 годы инфраструктуры для развития экотуризма в этой зоне заказника площадь лесов сократилась.

4.4 Мониторинг состояния земель ООПТ в дельте рек Хонг и Меконг

В течение долгого времени в дельте рек Хонг и Меконг на площади 62077 км² по данным Вьетнамского института лесного хозяйства формировались уникальные природные экосистемы, представленные мелалеуковыми лесами. Эти естественные лесные экосистемы играют чрезвычайно важную роль в поддержании биоразнообразия и балансе экологической среды всего региона [9]. По этой причине актуален вопрос устойчивого землепользования на ООПТ в дельте этих рек, где располагается национальный парк Трам Чим. Полевые наблюдения и карты состояния лесов в 2019 гг. показали, что мелалеуковые леса и водно-болотные угодья преобладают в национальном парке Трам Чим. Эти угодья характеризуются заболоченными землями, обширные площади представлены травянистой растительностью и влажными землями, не покрытых растительностью. Результаты мониторинга плотности растительного покрова

ООПТ представлены на рисунках 4.20 – 4.21.

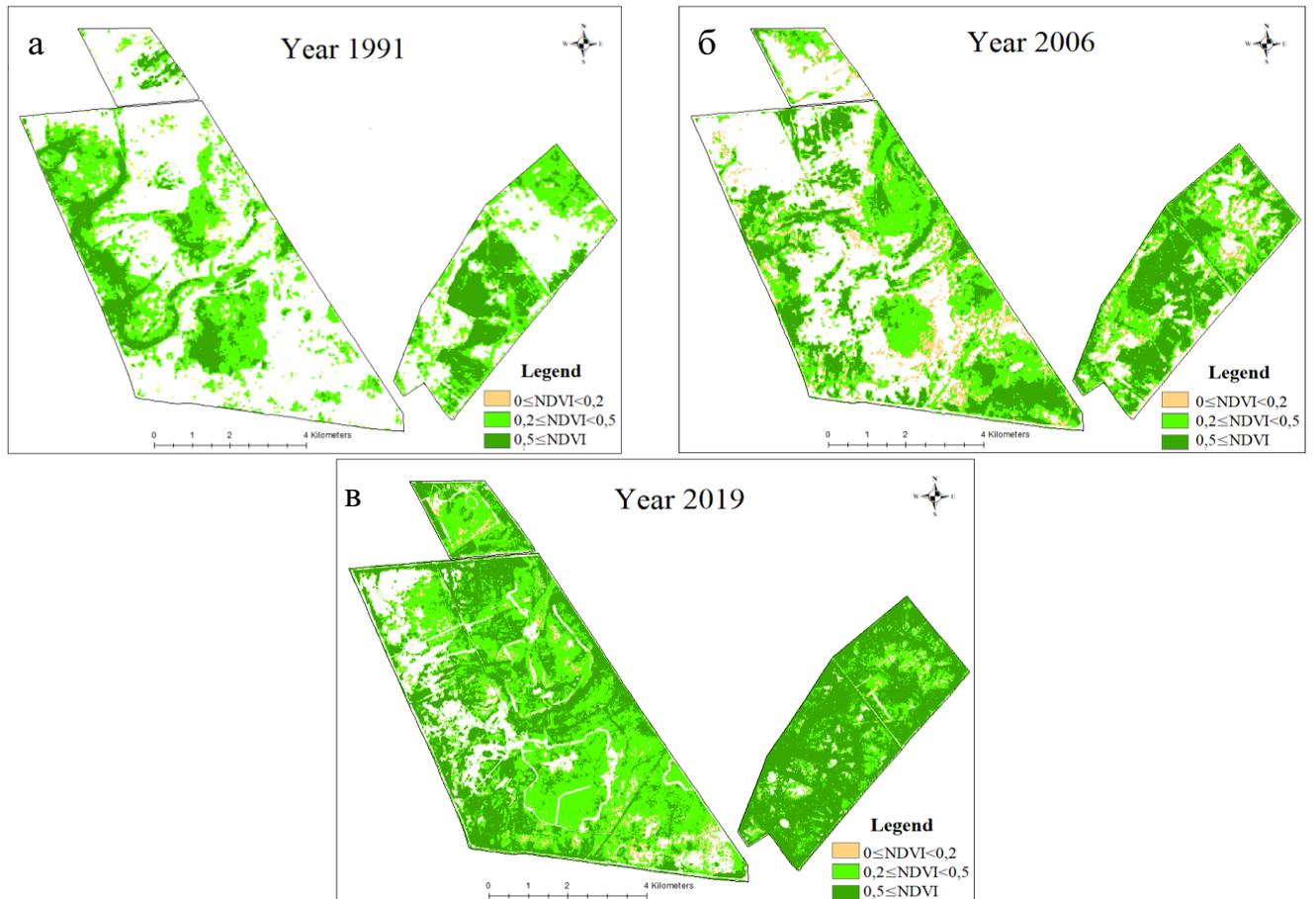


Рисунок 4.20 – Карта индекса NDVI в национальном парке Трам Чим в 1991 (а), 2006 (б) и 2019 (в) годах

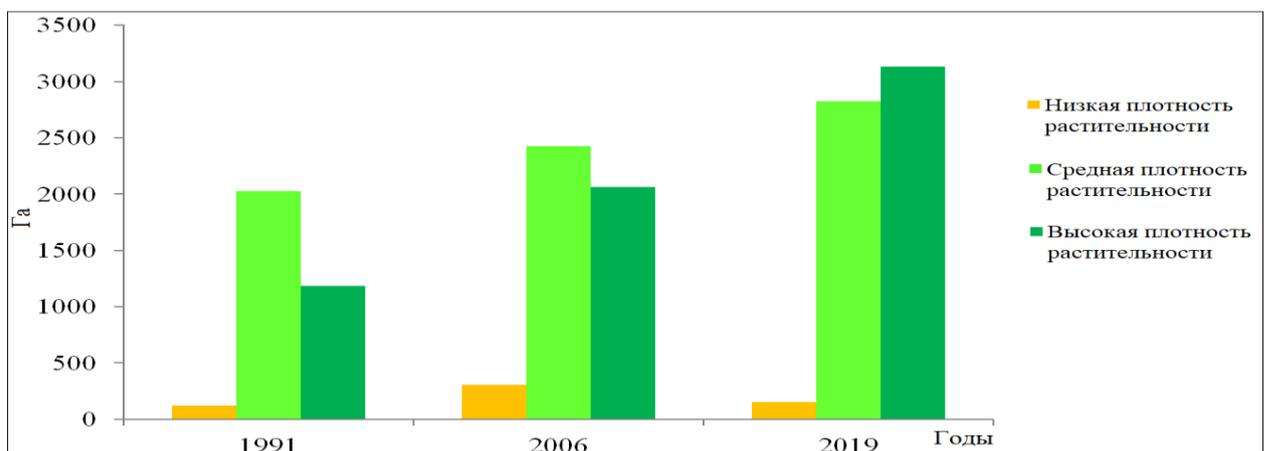


Рисунок 4.21 – Динамика растительного покрова земельных угодий по категориям плотности в национальном парке Трам Чим

Анализ полученных нами данных (рисунок 4.20) показал, что в период с 1991 по 2019 годы в национальном парке Трам Чим наблюдается тенденция восстановления лесной и травянистой растительности. Индекс NDVI за последние 28 лет постепенно увеличивался и равен 0,56, 0,61, 0,88 соответственно для 1991, 2006 и 2019 годов

исследований. Однако, в юго-восточной части парка, в период с 1991 по 2006 годы индекс NDVI сокращался из-за выборочных рубок мелалеуковых лесов. На северо-западе парка, вокруг населенных пунктов, также отмечается снижение плотности древесной растительности из-за самовольных рубок деревьев сельским населением для хозяйственных нужд. В период с 2006 по 2019 годы отмечается рост индекса NDVI в результате естественной восстановительной сукцессии растительности. Как видно из данных рисунка 4.21, часть площади парка Трам Чим восстанавливается растительностью средней и высокой плотности, в основном за счет мелалеуковых лесов. Доминантными видами этих лесов являются такие древесные породы, как *Melaleucacajuputi* Powel., *Eleocharisdulcis* (Burm. f.) Trin. ex Hensch., *Ischaetum* spp., *Xyris indica* L., *Utricularia aurea* Lour., *Panicum repens* L. и *Nymphaea lotus* L.

Карты индекса NDWI, полученные за 1991, 2006 и 2019 годы, показывают динамику водных объектов в национальном парке Трам Чим в течение периода исследований (рисунок 4.22).

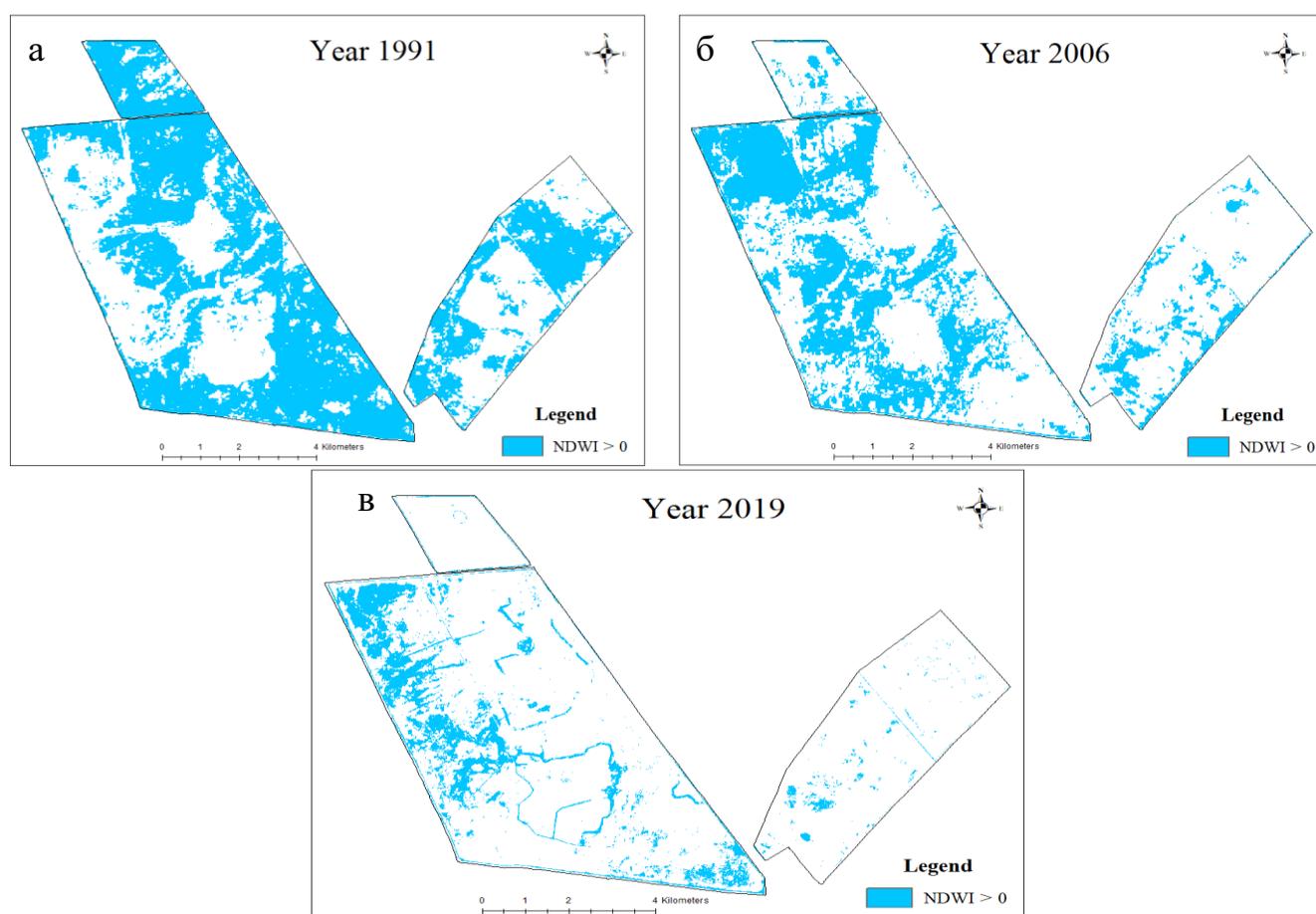


Рисунок 4.22 – Карта индекса NDWI в национальном парке Трам Чим в 1991 (а), 2006 (б) и 2019 (в) годах

Площадь водно-болотных угодий парка Трам Чим приведена на рисунке 4.23.

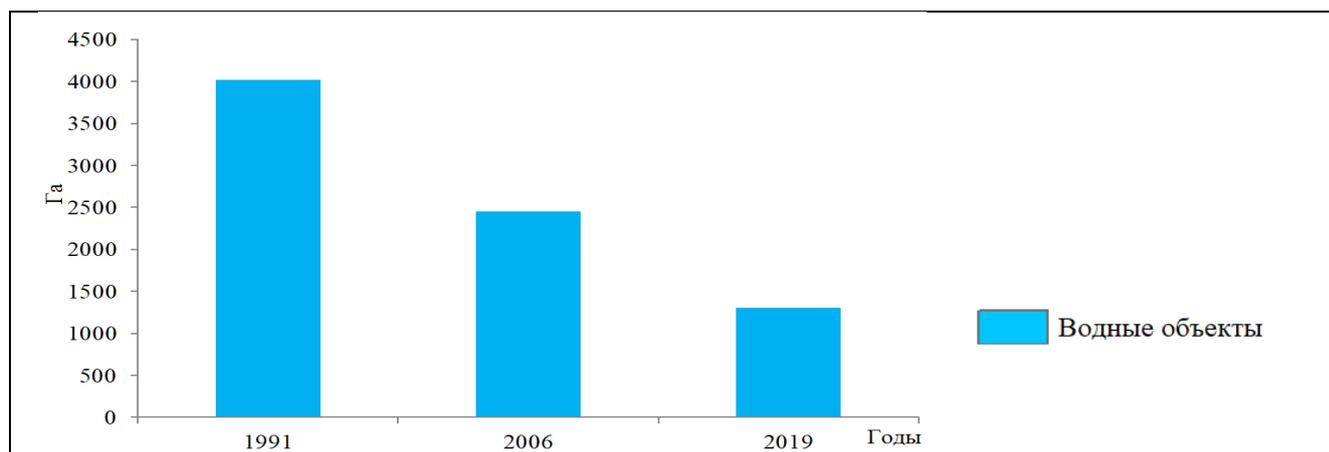


Рисунок 4.23 – Динамика площади водных объектов национального парка Трам Чим с 1991 по 2019 год

Анализ данных рисунка 4.22 показывает, что в период с 1991 по 2019 год в парке Трам Чим происходит сокращение площади водных объектов. Индекс NDWI за последние 28 лет уменьшается и составляет 0,6, 0,2, 0,5 для 1991, 2006 и 2019 годов соответственно. Особенно сократились площади водных объектов на северо-востоке, северо-западе и юге парка, где отмечено падение воды до рекордно низкого уровня. Это связано с потеплением климата во Вьетнаме и продолжительной засухой в сухой сезон 2006 года. В этот год значение индекса NDWI снизилось до 0,2. Как видно из данных рисунка 4.23, площадь водных объектов в национальном парке Трам Чим постоянно снижается в течение 28 лет, так как идет интенсивный процесс осушения земель путем восстановления осушительной системы ООПТ.

Оценка точности классификации снимков парка Трам Чим за 28 лет и приведена в таблице 4.22.

Таблица 4.22 – Оценка точности классификации снимков национального парка Трам Чим

Категория земель	Точность, %					
	1991 год		2006 год		2019 год	
	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя	Пользователя	Производителя
Мелалеуковые леса	94,0	97,1	97,1	98,8	100,0	97,1
Луга	82,7	90,9	89,3	96,3	96,3	90,9
Непокрытые растительностью земли	81,1	87,0	88,7	96,3	96,3	87,0
Водно-болотные угодья	84,3	89,8	88,0	94,6	94,6	89,8
Осушительные каналы	80,8	86,3	88,0	94,3	92,6	86,3
Общая точность, %	84,6		90,2		96,1	
Индекс Каппа	0,81		0,88		0,95	

Из данных таблицы 4.22 видно, что точность пользователя, производителя и

общая точность достаточно высокие (больше 80%), индекс Каппа больше 0,81, что также указывает на значительную согласованность результатов классификации снимков.

По результатам классификации космоснимков, нами разработаны карты земельных угодий национального парка Трам Чим, приведенные на рисунке 4.24.

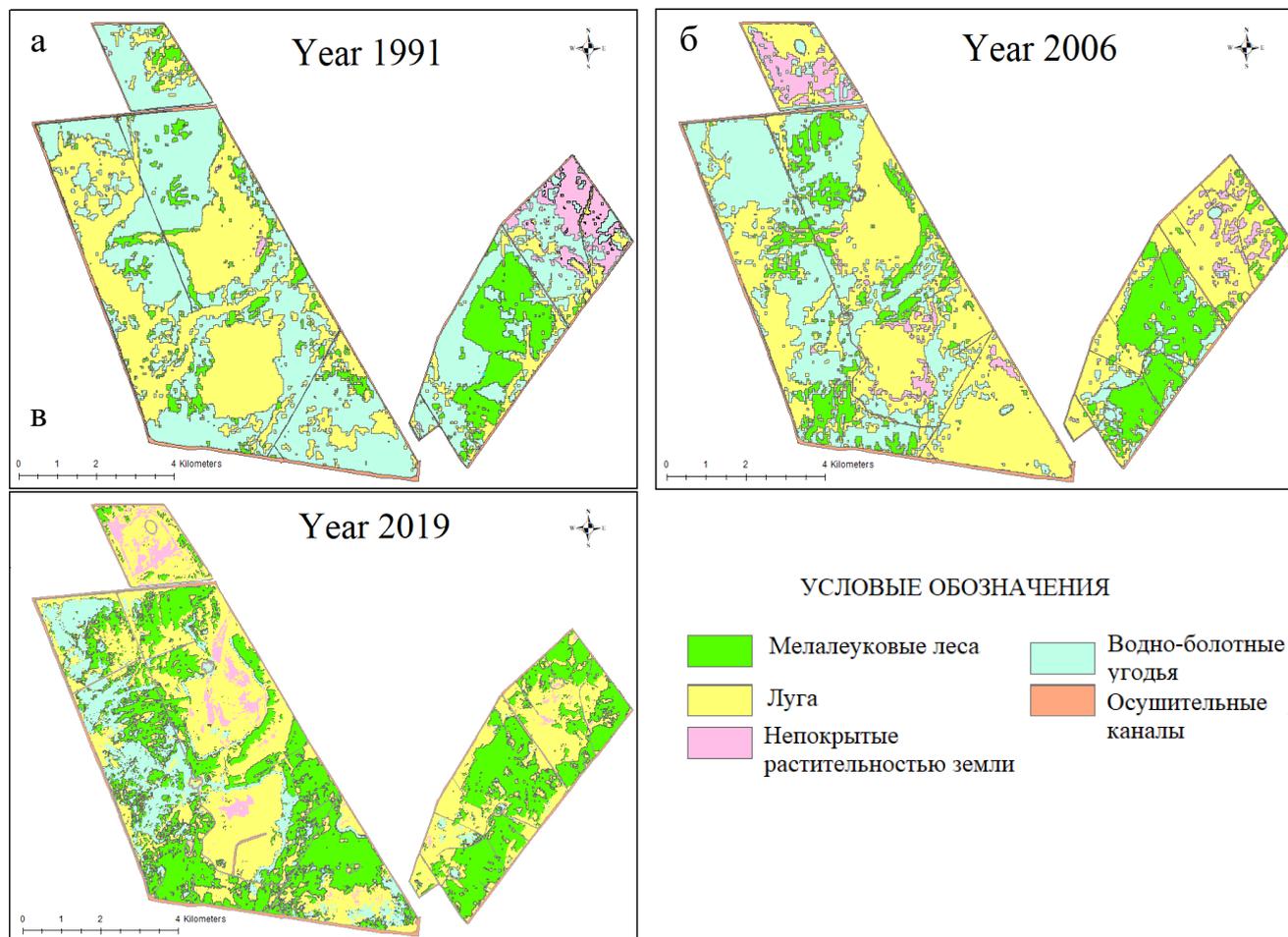


Рисунок 4.24 – Карты состояния земель национального парка Трам Чим в 1991 (а), 2006 (б) и 2019 (в) годах

Инвентаризация земель по категориям растительности в парке Трам Чим приведена в таблице 4.23.

Таблица 4.23 – Динамика земель по категориям в национальном парке Трам Чим

Категории земель	1991 год		2006 год		2019 год	
	га	%	га	%	га	%
Мелалеуковый лес	833,3	11,4	1151,9	15,8	2909,2	39,8
Луга	2112,5	28,9	3494,6	47,8	2940,9	40,2
Непокрытые растительностью земли	284,0	3,9	359,7	4,9	256,9	3,5
Водно-болотные угодья	3805,5	52,0	2001,5	27,4	896,5	12,3
Осушительные каналы	277,7	3,8	305,3	4,2	309,5	4,2
Итого	7313,0	100,0	7313,0	100,0	7313,0	100,0

Как видно из данных рисунка 4.24 и таблицы 4.23, структура земельных угодий

в национальном парке Трам Чим значительно изменилась за 28 лет. В 1991 году водно-болотные угодья занимали наибольшую площадь среди всех категорий земель – 3805,5 га (52,0%). В период с 1991 по 2019 год площадь водно-болотных угодий сократилась, их доля составила уже 27,4%, 12,3% для 2006 и 2019 годов соответственно. Значительное сокращение водно-болотных угодий в период с 1991 по 2006 год создало благоприятные условия для увеличения площади лугов на исчезающих водно-болотных угодьях. За этот период доля лугов увеличилась на 18,9%. В 1991 году площадь мелалеуковых лесов занимала лишь 833,3 га (11,4%). Большая площадь первозданных лесов вырубалась до создания ООПТ. Это связано с нелегальными заготовками древесины сплошными рубками. За последние 28 лет площадь лесов увеличилась на 4,4% с 1991 по 2006 год и на 24,0% в последующий период. Это результат политики Правительства Вьетнама по естественному и искусственному восстановлению лесов в национальном парке Трам Чим. Однако, как видно из рисунка 4.26, в некоторых частях парка площадь лесов сократилась из-за продолжительной засухи и самовольной вырубки деревьев местным населением. Люди, живущие возле границы национального парка Трам Чим, в основном бедняки, незаконно проникают в парк для заготовки древесины и ловли рыбы. Часто от сжигания порубочных остатков на лесосеке возникают низовые пожары, выгорает часть лесного массива.

Для оценки перевода земельных угодий в другие категории национального парка Трам Чим нами разработаны тематические карты (рисунок 4.25).

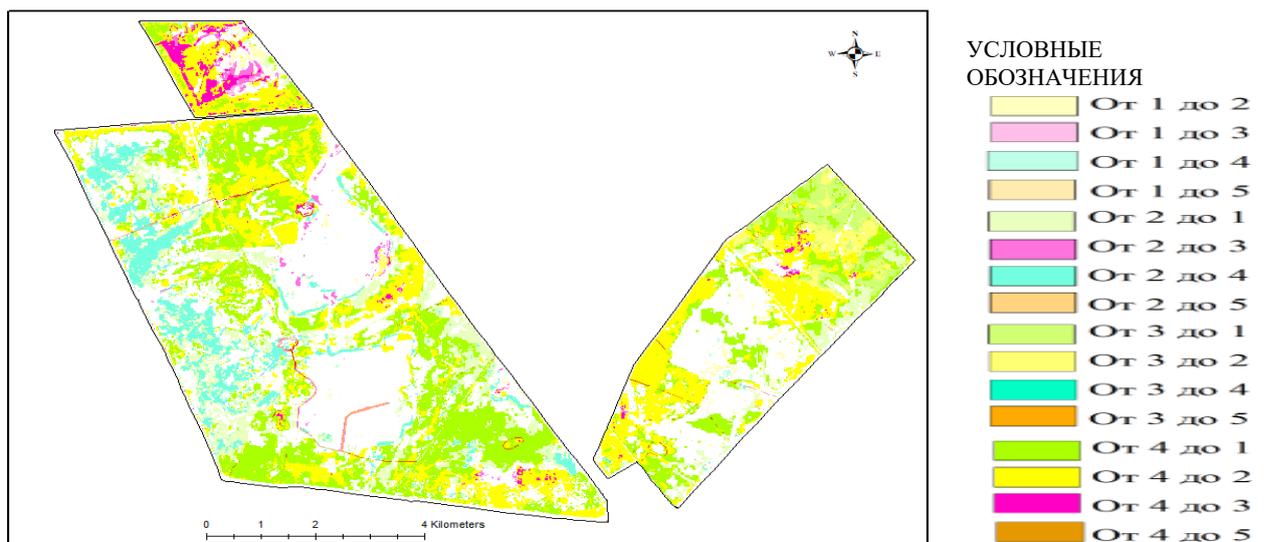


Рисунок 4.25 – Карта динамики земель по категориям в национальном парке Трам Чим с 1991 по 2019 год

Матрица динамики площадей земель в национальном парке Трам Чим за 28-

летний период наблюдения представлена в таблице 4.24.

Таблица 4.24 – Матрица динамики площадей земель по категориям в национальном парке Трам Чим с 1991 по 2019 год, га

Категории земель		Площадь, 2019 г.					Итого 1991 г.
		1	2	3	4	5	
Площадь, 1991 г.	1	687,0	127,3	8,6	7,6	2,8	833,3
	2	624,7	1290,9	157,3	29,3	10,3	2112,5
	3	150,9	125,1	6,1	1,0	0,9	284,0
	4	1446,6	1397,4	84,9	858,6	18,0	3805,5
	5	0,0	0,0	0,0	0,0	277,7	277,7
Итого 2019 г., га		2909,2	2940,9	256,9	896,5	309,5	7313,0

Примечание: 1 – мелалеуковые леса; 2 – луга; 3 – непокрытые растительностью земли; 4 – водно-болотные угодья; 5 – осушительные каналы

Из данных таблицы 4.24 видно, что в целом, в период исследований площадь земельных угодий в национальном парке Трам Чим изменилась на 4192,7 га или 57,3%, распределенная в по всему парку. В период с 1991 по 2019 год площадь мелалеуковых лесов в парке имела тенденцию к уменьшению. Площадь лугов увеличилась на 828,4 га (11,3%), а площадь не покрытых растительностью земель уменьшилась на 27,1 га (0,4%). Изменение связано с преобразованием водно-болотных угодий в луга, часть не покрытых растительностью земель сохранилась до настоящего времени (рисунок 4.25). В целях увеличения водоудерживающей способности почвы и для предотвращения лесных пожаров в сухой сезон в период с 1991 по 2019 год в национальном парке проведены реконструкция и создание осушительных каналов. Согласно матрице динамики земельных угодий видно, что осушительные каналы располагаются на водно-болотных угодьях и, частично, на лугах. В результате площадь каналов в национальном парке Трам Чим увеличилась за последние 28 лет на 31,8 га, или 0,4%. Это связано с преобразованием водно-болотных угодий в луга, часть не покрытых растительностью земель сохранилась до настоящего времени. Согласно матрице динамики земельных угодий видно, что осушительные каналы располагаются на водно-болотных угодьях и, частично, на лугах. В результате площадь каналов в национальном парке Трам Чим увеличилась за последние 28 лет на 31,8 га, или 0,4%.

4.5 Мониторинг состояния земель ООПТ Вьетнама

Для оценки динамики категорий земельных угодий ООПТ по разным районам

Вьетнама нами рассчитаны их площади, приведенные в таблице 4.25.

Таблица 4.25 – Динамика земель по категориям растительности ООПТ

Район Вьетнама	Категория земель	Площадь земель по категориям				Площадь земель в 1988 году по сравнению с 2019 г.	
		1988 г.		2019 г.		га	%
		га	%	га	%		
Северо- Восточный горный район	Широколиственные леса	7730,6	76,9	7836,1	78,0	+105,5	+1,4
	Луга и кустарники	1660,1	16,5	1747,9	17,4	+87,8	+5,3
	Непокрытые растительностью земли	285,8	2,8	75,6	0,8	-210,2	-73,5
	Водно-болотные угодья	371,5	3,7	388,4	3,9	+16,9	+4,5
	Итого	10048	100	10048	100	0,0	–
Район хребта Хоанльеншон	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	0,0	27,4	0,1	+27,4	+100
	Итого	28509,0	100	28509,0	100	0,0	–
Район хребта Чыонгшон	Широколиственные леса	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	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	-2909,0	-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	–	–	–

Примечание: + площадь земельных угодий увеличилась; - площадь земельных угодий сократилась

Данные таблицы 4.25 показывают, что доминирующим типом растительного покрова на земельных угодьях ООПТ в Северо-восточном горном и районе хребта Чыонгшон являются широколиственные леса, доля которых составляет соответственно 78,0%, 82,5% в 2019 году.

Древесная растительность меньше подвержена антропогенному воздействию и проводились мероприятия по её восстановлению. За три десятка лет площадь

широколиственных лесов ООПТ в Северо-восточном горном и районе хребта Чьонгшон увеличилась соответственно на 105,5 га и 3223,1 га, общее изменение составило 1,4% и 2,7%.

Смешанные леса преобладают на землях национального парка Хоанг Лиен в районе хребта Хоанльеншон с благоприятными условиями для их развития. Смешанный древостой, произрастающий в национальном парке Кат Тьен и горе Ба Ра (район хребта Чьонгшон), является вторичным типом леса. В первый год наблюдений и в 2019 году площади смешанных лесов в районе хребта Хоанльеншон составляли 22189,0 га и 23348,2 га соответственно, а в районе хребта Чьонгшон - 11590,4 га и 11923,9 га. Увеличение соответственно составило 1159,2 га и 333,5 га, или 5,2% и 2,9%.

Мелалеуковые леса распространены только вблизи водно-болотных угодьях ООПТ в дельтах рек Хонг и Меконг, где часто происходит подтопление земель. Преобладающей растительностью в этих условиях являются влаголюбивые древесные породы мелалеуковых лесов. Схожие исследования подтверждаются Thai Van Trung (1975) [140]. За период наблюдений отмечается динамика их площадей. С первого года наблюдений по 2019 год, площадь мелалеуковых лесов увеличилась на 2075,9 га от 833,3 до 2909,2 га, общее изменение составило 249,1%. Увеличение площади лесов на охраняемых территориях страны связано с мерами правительства Вьетнама по восстановлению лесов и сохранению окружающей среды и биоразнообразия на ООПТ.

Луга и кустарники присутствует во всех горных районах Вьетнама. В основном они формируются на заброшенных сельскохозяйственных землях и деградированных лесных землях, где восстанавливается только травянистая растительность и колючие кустарники. На эту категорию земельных угодий приходится в землях хребтов Хоанльеншон и Чьонгшон соответственно 16,8% и 8,6% в первом году наблюдений и 12,5% и 6,0% в 2019 году от площади земель ООПТ. Уменьшение площади лугов и кустарников составило на этих ООПТ соответственно 1222,8 га и 3822,3 га, или 25,5% и 30,3%. Однако с этого времени произошло увеличение площади лугов и кустарников в Северо-восточном горном районе на 87,8 га или 5,3% из-за целей сельского хозяйства. В дельте рек Хонг и Меконг луга является одним из преобладающих видов растительности. Площадь травяного покрова составляет 29,1% в первый год наблюдения и 39,7% в 2019 год, увеличение составило 789,2 га. Благодаря глобальному потеплению, уровень воды на водно-болотных угодьях снизился, создались

благоприятные условия для развития луговой растительности.

Площадь водно-болотных угодий в дельте рек Хонг и Меконг в течение периода наблюдения уменьшилась на 2909,0 га, с 3805,5 га до 896,5 га, что составило 76,4%. Однако, в других ООПТ Вьетнама площадь водно-болотных угодий за последние годы увеличилась. В районе хребта Хоанльеншон их площадь увеличилась на 27,4 га, за счет строительства пожарного водоема в национальном парке Хоанг Лиен. В Северо-восточном горном районе и хребте Чыонгшон проведен подъем уровня воды в естественной речной системе, для борьбы с засухой и наполнения водой пожарных водоемов. Кроме того, развитие гидроэнергетики путем строительства водохранилища Кыа Дат увеличило площадь земель, покрытых водой в заповеднике Суан Лиен в районе хребта Чыонгшон. Площадь водно-болотных условий в Северо-восточном горном районе увеличилась на 16,9 га и на 1439,5 га в районе хребта Чыонгшон, что изменение составило соответственно 4,5% и 157,2%.

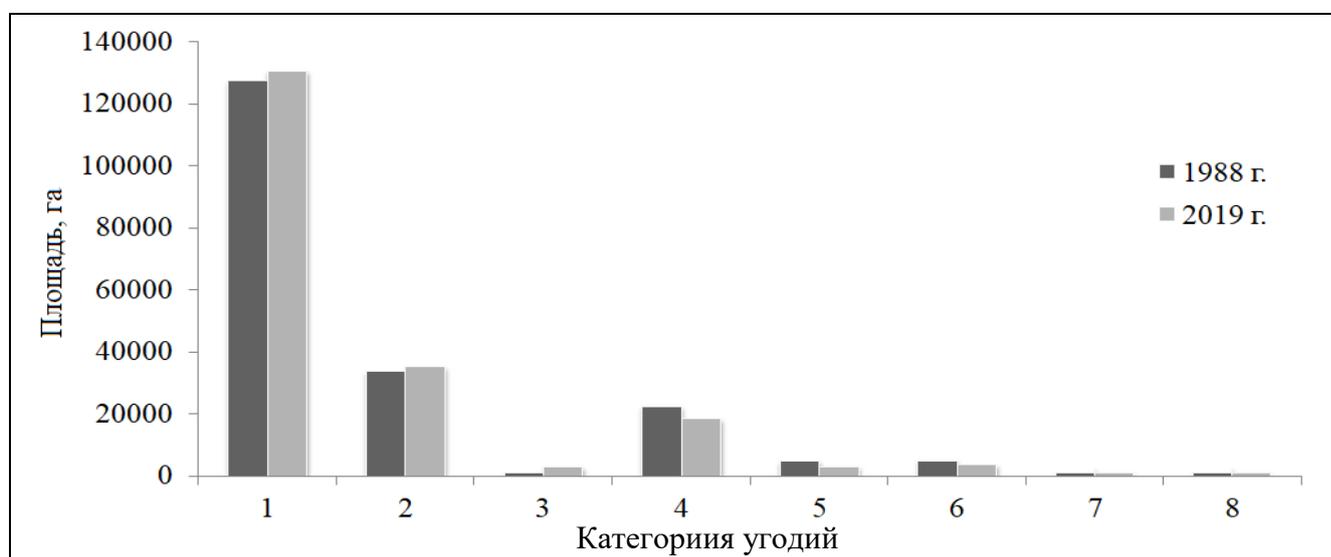
Площадь земель, непокрытых растительностью ООПТ во Вьетнаме заметно сократилась за период наблюдения. Наибольшие изменения площади этих угодий отмечено в Северо-восточном горном районе, в районе хребтов Хоанльеншон и Чыонгшон и, наконец, в дельте реки Хонг и Меконг. Сокращение непокрытых растительностью земель составило соответственно 73,5%, 35,2%, 33,7%, и 9,5%. Сокращение площади этой категории земель объясняется выполнением администрациями ООПТ Постановления правительства Вьетнама по «о зеленению голых участков земель и голых холмов» (Решение № 327-СТ от 15.09.1992 года) [44] с целью восстановления лесов по всей стране.

В северной части хребта Чыонгшон для повышения эффективности защиты биоразнообразия в заповеднике Суан Лиен построены новые автомобильные дороги. В южной части хребта Чыонгшон достаточно развита транспортная сеть, так как заповедник Донг Най расположен вблизи Хошимина, крупнейшего экономического города Вьетнама. Кроме того, заказник Нуй Ба Ра характеризуется красивыми природными ландшафтами и произведениями культурного и исторического значения, поэтому правительством Вьетнама выделены средства для развития экотуризма. На выделенные средства проведено расширение, ремонт дорожно-тропиночной сети и земля исторических памятников. В результате в районе хребтов Чыонгшон площадь дорог и земель исторических памятников увеличилась на 163,3 га, с 260,0 га до 423,3 га,

изменение их доли составило 62,8 %.

Осушительные каналы – характерная категория угодий на ООПТ в дельте рек Хонг и Меконг. Охраняемые территории в этом районе страны расположены в пониженных или с небольшой высотой элементах рельефа, вблизи рек, поэтому часто подвергаются сезонному затоплению, поэтому на территории ООПТ построена осушительная сеть, в виде открытых каналов. За период наблюдений площадь осушительных каналов увеличилась на 31,8 га, с 277,7 га до 309,5 га, что составило 11,5% площади объектов.

Общая исследованная нами площадь земельных угодий ООПТ составила 195021,5 га. Мониторинг состояния земель ООПТ по категориям растительности с 1988 по 2019 год приведен на рисунке 4.26.



Примечание: 1 – широколиственные леса; 2 – смешанные леса; 3 – мелалеуковые леса; 4 – луга и кустарники; 5 – непокрытые растительностью земли; 6 – водно-болотные угодья; 7 – дороги и земля исторических памятников; 8 – осушительные каналы.

Рисунок 4.26 – Динамика площадей земельных угодий ООПТ для всей территории страны по категориям растительности

Из данных рисунка 4.26 видно, что к 2019 году площадь лесов является доминирующим типом растительности на ООПТ. Леса составляют 86,7% (169031,1 га) от общей площади земель охраняемых территорий в 2019 году. Это значительно больше, чем низкополнотных древостоев – 21590,1 га (11,1 %), водно-болотных угодий – 3667,5 га (1,9%) и земель под строениями и дорогами – 732,8 га (0,4%).

Распределение лесных земель ООПТ по породному составу древостоев следующее: широколиственные древостои занимают 130849,8 га (65,4%), смешанные –

35272,1 га (17,3%), мелалеуковые леса произрастают на площади 2909,2 га (1,5%). Площадь лесных земель ООПТ Вьетнама с 1988 по 2019 год увеличилась на 6897,2 га (3,5%), в том числе по составу пород: широколиственные – 3328,6 га, смешанные – 1492,7 га и мелалеуковые – 2075,9 га.

Сократились площади низкополнотных древостоев на 5667,1 га (2,9%), в том числе: луга и кустарники – 4015,7 га и непокрытые растительностью земли – 1651,4 га. Полученная нами структура земельных угодий объектов исследования близко к статистическим данным Министерства природных ресурсов и окружающей среды Вьетнама. Правительственные данные также свидетельствуют об увеличении лесных земель в 2019 году. Вырубка лесов на охраняемых территориях почти прекратилась. Лесистость страны достигла 41,2% и близка к уровню 1943 года [107].

Площадь водно - болотных угодий ООПТ уменьшилась на 1425,2 га (0,7%). На части этих земель созданы леса, после осушения территории человеком и экстремальными погодными явлениями - засухой. Однако для предотвращения на землях ООПТ лесных пожаров, обеспечения водой сельскохозяйственных культур, выработки электроэнергии для обеспечения энергетической безопасности региона созданы новые водохранилища в национальном парке Хоанг Лиен и заповеднике Суан Лиен, их площадь увеличилась на 1378,9 га. С 1988 по 2019 год для борьбы с наводнениями в сезон дождей и снижения воздействия засухи на природные экосистемы в национальном парке Трам Чим созданы осушительные каналы. Их площадь за период наблюдений увеличилась на 31,8 га.

Площадь дорог и земель исторических памятников за ООПТ за период наблюдений увеличилась на 163,6 га (0,1%). Увеличение площади этой категории объясняется развитием экотуризма, который способствует экономическому развитию территории, увеличивая финансирование охраны и защиты лесов.

Изменения площади широколиственных, смешанных, мелалеуковых лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель, водно-болотных угодий, дорог и земель исторических памятников, осушительных каналов соответственно равны 2,6%, 4,4%, 249,1%, 17,8%, 34,7%, 28,0%, 62,8% и 11,5%. Следовательно, за период наблюдений существенным изменениям подверглись мелалеуковые леса в национальном парке Трам Чим. Кроме того, площадь водно-болотных угодий в этом парке также значительно уменьшилась с 1991 по 2019 год. Такие изменения связаны с

расширением в стране влаголюбивых древесных пород и последствиями глобального потепления во Вьетнаме.

4.6 Выводы по главе 4

1. Для оценки изменения растительности и водных объектов на земельных угодьях использованы индексы NDVI и NDWI. Комплексное исследование угодий позволило выявить степень распределения растительного покрова по территории ООПТ и выявить его динамику на объектах исследований за 3 десятка лет. По результатам изменения индекса NDVI и площади растительности, классифицированной по её плотности на ООПТ можно сделать следующие выводы. Во-первых, на большинстве охраняемых объектов доминирует растительность с высокой плотностью. Во-вторых, зоны, на которых выявлено снижение индекса NDVI, расположены вдоль границ ООПТ, населенных пунктов и дорог. В-третьих, в последнее время отмечается увеличение площади растительности высокой плотности на всех ООПТ района.

2. На основе космоснимков Landsat-5,7,8 и Setinel-2A,B и метода максимального правдоподобия нами разработаны тематические карты состояния земельных угодий десяти исследуемых ООПТ, общей площадью 195021,5 га, за период с 1988 по 2019 год по 8 категориями: широколиственные, смешанные, мелалеуковые леса, луга и кустарники, непокрытые растительностью участки, водно-болотные угодья, дороги и земли исторических памятников и осушительных каналов.

3. При исследованиях достигнута значительная согласованность результатов классификации и справочными данными. Точности пользователя и производителя исследований достаточно высокие. Общая точность тематических карт земельных угодий объектов исследований больше 84%, а индекс Каппа – равен 0,81. Таким образом, результаты изначально считаются приемлемыми для сравнения их после классификации для составления прогноза.

4. Разработаны карты для земельных угодий в заповедниках Суан Лиен, Бинь Чау – Фыок Быу и заказнике Нуи Ба Ра для оценки динамики вырубki и восстановления лесов, подвергнутых деградации в последние годы. Выявлена динамика земельных угодий по территориям национального парка Трам Чим, где почти более 50% площади подвергнуты изменениям за 28 лет. Составлены карты изменений состава земельных угодий. Для расчёта площади каждой категории угодий, перешедшей в другую категорию земель, использовались разработанные нами матрицы динамики их с 1988 по

2019 годы.

5. *Национальный парк Ба Бе* находятся в Северо-восточном горном районе. Многолетние исследования их земельных угодий показали, что в период наблюдений на них преобладал естественный широколиственный лес с высокой плотностью растительности. В период с 1992 по 2019 годы отмечены изменения их площади на 18,6% в национальном парке Ба Бе. С 1992 по 2003 год площадь широколиственных лесов парка Ба Бе уменьшилась на 8,5%, что связано с вырубкой древостоев для сельскохозяйственных нужд и продажей заготовленной древесины местным населением. В период с 2003 по 2019 годы площадь широколиственных лесов на обоих объектах увеличилась на 9,6%, благодаря мерам вьетнамского правительства по усилению охраны, защиты и восстановлению лесов ООПТ страны.

6. *Национальный парк Хоанг Лиен* расположен в районе хребта Хоанльеншон. В этом парке преобладает смешанный древостой с высокой плотностью растительности. За период с 2003 по 2019 годы на его землях произошли изменения состава угодий на 16,2% площади. В частности площадь смешанных лесов увеличилась с 77,8% в 2003 году до 81,9% в 2019 году, а площадь лугов и кустарников сократилась на 3,7%. Изменения структуры земельных угодий произошли благодаря хозяйственной деятельности человека. Отмечено восстановление древесной растительности в районе хребта Хоанльеншон.

7. Мониторинг земельных угодий в районе хребта Чыонгшон свидетельствует о следующем. В заповеднике *Суан Лиен* с 2000 по 2020 годы на них преобладал широколиственный лес. Но строительство водохранилища Кыа Дат повлияло на состояние природного ландшафта в заповеднике. Выявлены две основные тенденции, которые изменили состояние растительности в заповеднике за последние 20 лет. Во-первых, уменьшение площади широколиственных лесов (6,2%), во-вторых, увеличение площади водно-болотных угодий (4,9%) и непокрытых растительностью земель, лугов и кустарников вдоль созданного озера. В заповедника *Суан Лиен* за период наблюдения отмечены изменения их площади на 13,0%. Кроме того, усилия по сохранению биоразнообразия в заповеднике также зафиксированы за последние 20 лет за счет преобразования ранее освоенных сельскохозяйственных землях в лесные насаждения.

В национальном парке *Кат Тьен* провинции Донг Най в период с 1988 по 2019 годы и в заповеднике *Донг Най* с 2003 по 2019 годы преобладал естественный влажный

тропический вечнозеленый широколиственный лес. За 31 -летний период наблюдений в парке произошли изменения на 26,5%, а в заповеднике за 16 лет - на 7,0% общей площади земель. В национальном парке подверглись изменению площади широколиственных, смешанных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земли и водно-болотных угодий. Изменения соответственно составили 5,40%, 0,95%, 3,02%, 0,25% и 3,08% общей площади земель. За 31 год наблюдений площадь лесных угодий под широколиственными и смешанными лесами национального парка увеличилась на 2609,7 га (6,4%), соответственно уменьшились площади других категорий угодий. В заповеднике Донг Най площадь широколиственных лесов и водно-болотных угодий увеличилась соответственно на 4,6% и 0,2%, но сократились площади других категорий угодий, а площадь дорог осталась прежней. Реформы Правительства Вьетнама по совершенствованию системы управления ООПТ позволили повысить площадь покрытых древесной растительностью земель и сохранить дальнейшее развитие лесных экосистем на особо охраняемых природных территориях.

В заповеднике Бинь Чау - Фыок Быу в период с 1988 по 2019 годы также преобладал естественный широколиственный древостой. За 31 лет наблюдений произошли изменения растительности на 19,6% площади земель. Величина изменения земельных угодий широколиственных лесов, лугов и кустарников, непокрытых растительностью земель и водно-болотных угодий составляет соответственно 3,4%, 2,8%, 0,6% и 0,04%. За 31 год наблюдений площадь широколиственных лесов сократилась на 384,3 га (3,4%), соответственно увеличились площади других категорий земельных угодий. При мониторинге лесных угодий вскрылись и другие причины деградации растительного покрова в заповеднике Бинь Чау - Фыок Быу. Это социально-экономические условия жизни граждан Вьетнама.

В заказнике Нуй Ба Ра в период с 1995 по 2019 годы преобладал смешанный лес. За 24 года наблюдений отмечены его изменения на 12,4% площади земель. Величина сокращений площадей со смешанным лесом и непокрытыми растительностью землями соответственно составили 3,4% и 0,4%, а увеличились площади других категорий угодий. С 1995 по 2007 годы мало уделялось внимания охране и восстановлению леса в заказнике. Но с 2007 года началось искусственное восстановление смешанных лесов с высокой густотой.

8. *Национальный парк Трам Чим* находится в дельте рек Хонг и Меконг. Многолетние исследования земельных угодий этих охраняемых территорий показали, что на них преобладает мелалеуковый лес. В период с 1991 по 2019 годы изменения земельных угодий затронуло около 57% общей площади национального парка Трам Чим. Две основные тенденции, которые произошли в парке за последние 28 лет – это увеличение площади мелалеуковых лесов (2075,9 га или 28,4%) и уменьшение площади водно-болотных угодий (2909 га или 39,7%), связанных с антропогенным воздействием и изменением климата в регионе.

9. Мониторинг земельных угодий ООПТ по геоморфологическим районам Вьетнама показал, что широколиственные и смешанные леса являются типичной растительностью в Северо-восточном горном районе, хребтах Хоанльеншон и Чьонгшон. Мелалеуковые леса хорошо развиваются на водно-болотных угодьях. Эти леса занимают большую часть охраняемых территорий в дельте рек Хонг и Меконг. Изменения состояния земельных угодий ООПТ отмечены в Северо-восточном горном районе, хребтах Хоанльеншон, Чьонгшон и дельте рек Хонг и Меконг. Изменения составляют соответственно 18,6%, 15,0%, 14,8% и 57,0%. С начала наблюдений до 2019 г. площадь лесов соответственно увеличилась на 1,1%, 4,1%, 2,4% и 28,4% соответственно в Северо-восточном горном районе, хребтах Хоанльеншон, Чьонгшон и дельте рек Хонг и Меконг, благодаря мерам Правительство Вьетнама по лесовосстановлению. Однако площадь лесов в районе хребта Чьонгшон, в заповедниках Нуй Ба Ра, Суан Лиен и Бинь Чау - Фьок Быу сократилась. Основными причинами являются: лесные пожары, развитие подсечного сельского хозяйства, строительство искусственных водохранилищ, развитие путей транспорта и рекреационное воздействие. В последнее время наблюдается тенденция увеличения площади лесов на этих территориях.

10. После окончания войны с США (1975 г.) основной целью лесного хозяйства Вьетнама становится «Содействие использованию древесины и лесных продуктов в лесах по всей стране для удовлетворения потребностей экономики в период восстановления». Однако В 1986 году возникла другая цель - «Сохранение естественной окружающей среды» за счет развития системы ООПТ, облесения, и озеленение 13 миллионов га непокрытых растительностью земель по всей стране. С 2011 года для повышения доходов домашних сельских хозяйств, местных сообществ, особенно

бедных крестьян и этнических меньшинств, проживающих на охраняемых территориях и вблизи них, введена новая политика в области лесного хозяйства Вьетнама. К ним относятся предоставление лесных участков, оплата услуг по охране лесов местным жителям и развитие экотуризма на особо охраняемых территориях. Результатом этой политики является увеличение доходов местного населения, тем самым снижая его давление на экосистемы ООПТ Вьетнама. Мониторинг земельных угодий ООПТ показал, что в целом растительный покров, в виде лесов различного состава увеличился на 3,5% земель Вьетнама. Доля низко полнотных древостоев уменьшилась на 2,9%. Площадь остальных категорий земельных угодий ООПТ изменилась незначительно. Таким образом, лесные экосистемы ООПТ во Вьетнаме находятся в состоянии восстановления и обновления.

ГЛАВА 5 ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ООПТ ВЬЕТНАМА К 2035 ГОДУ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УЛУЧШЕНИЮ

5.1 Прогноз состояния земель ООПТ Вьетнама

Для прогнозирования состояния земельных угодий в национальном парке Ба Бе, заповедниках Суан Лиен и Донг Най к 2035 году использовалась модель клеточных автомат - цепи Маркова, при этом учитывались следующие факторы (высота над уровнем моря, уклон местности, гранулометрический состав почвы, мощность почвенного профиля, расстояние до дорог государственных и жилых районов). Для оценки точности модели прогнозирования результатов проведено сравнение полученных данных с истинными значениями по индексу Каппа.

Результаты моделирования состояния земельных угодий национальном парке Ба Бе, заповедников Донг Най и Суан Лиен соответственно приведены на рисунках 5.1 – 5.3, а оценка точности прогнозной модели представлена в таблице 5.1.

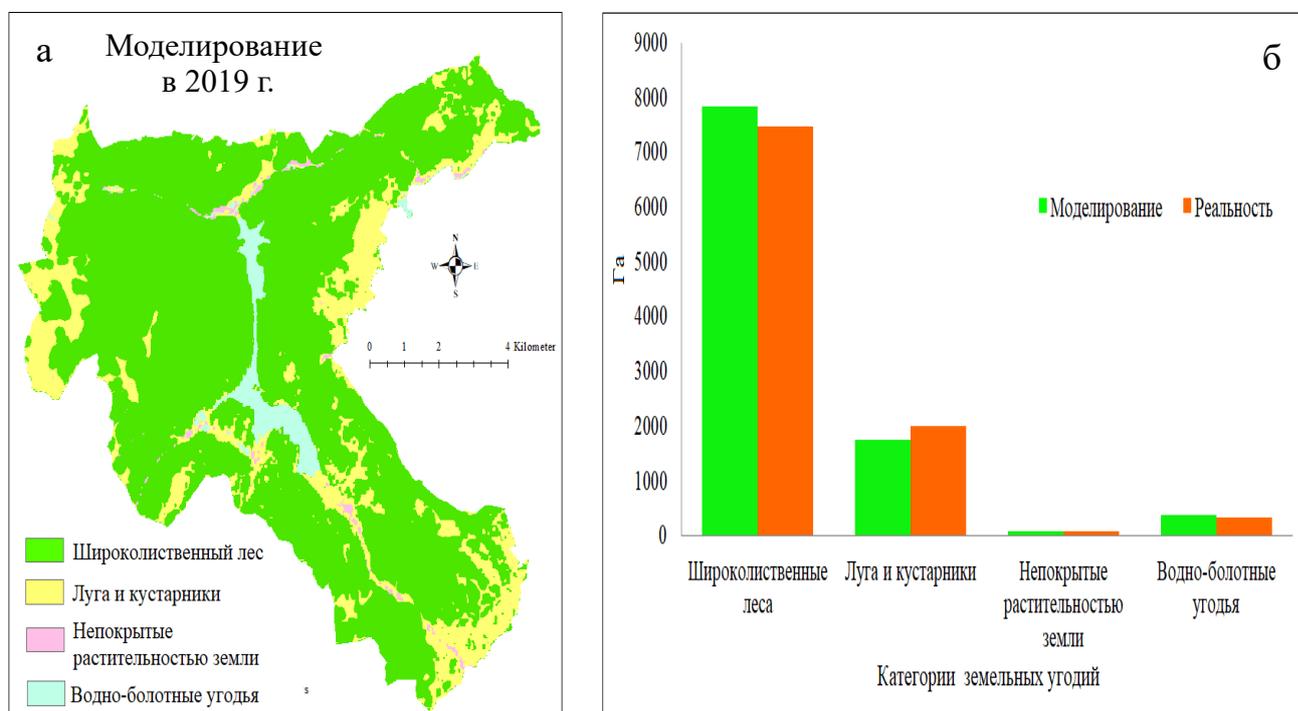


Рисунок 5.1 – Результаты моделирования состояния земель в национальном парке Ба Бе в 2019 году: карта моделирования (а) и сравнение данных карт моделирования и реальной по категориям (б)

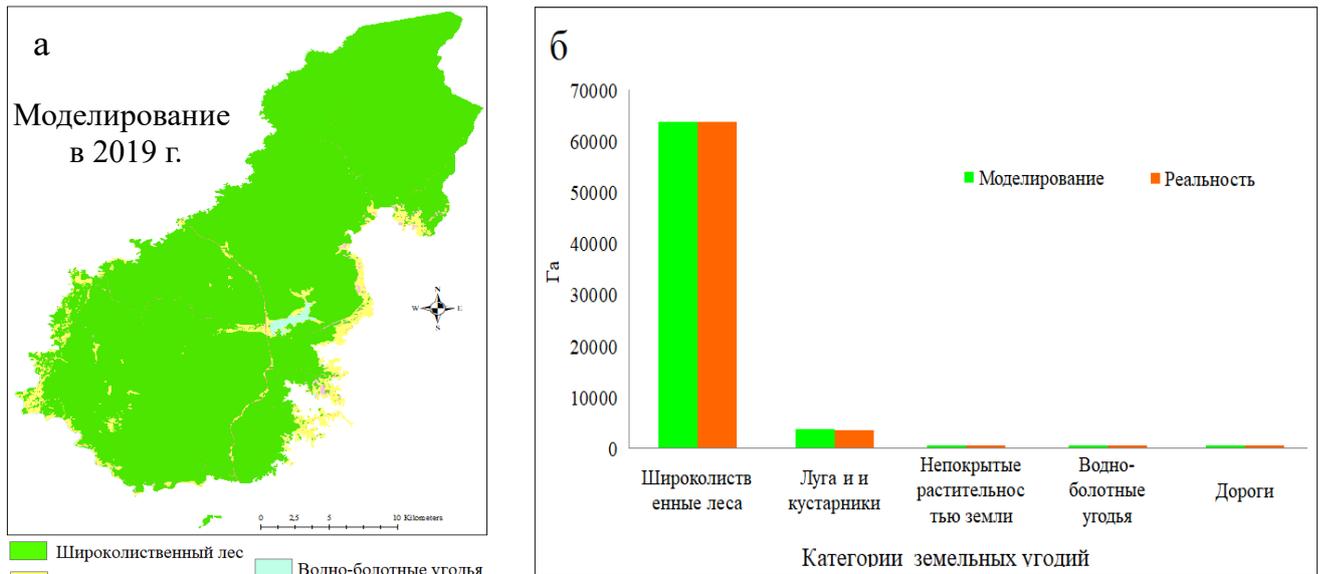


Рисунок 5.2 – Результаты моделирования состояния земель в заповеднике Донг Най в 2019 году: карта моделирования (а) и сравнение данных карт моделирования и реальной по категориям (б)

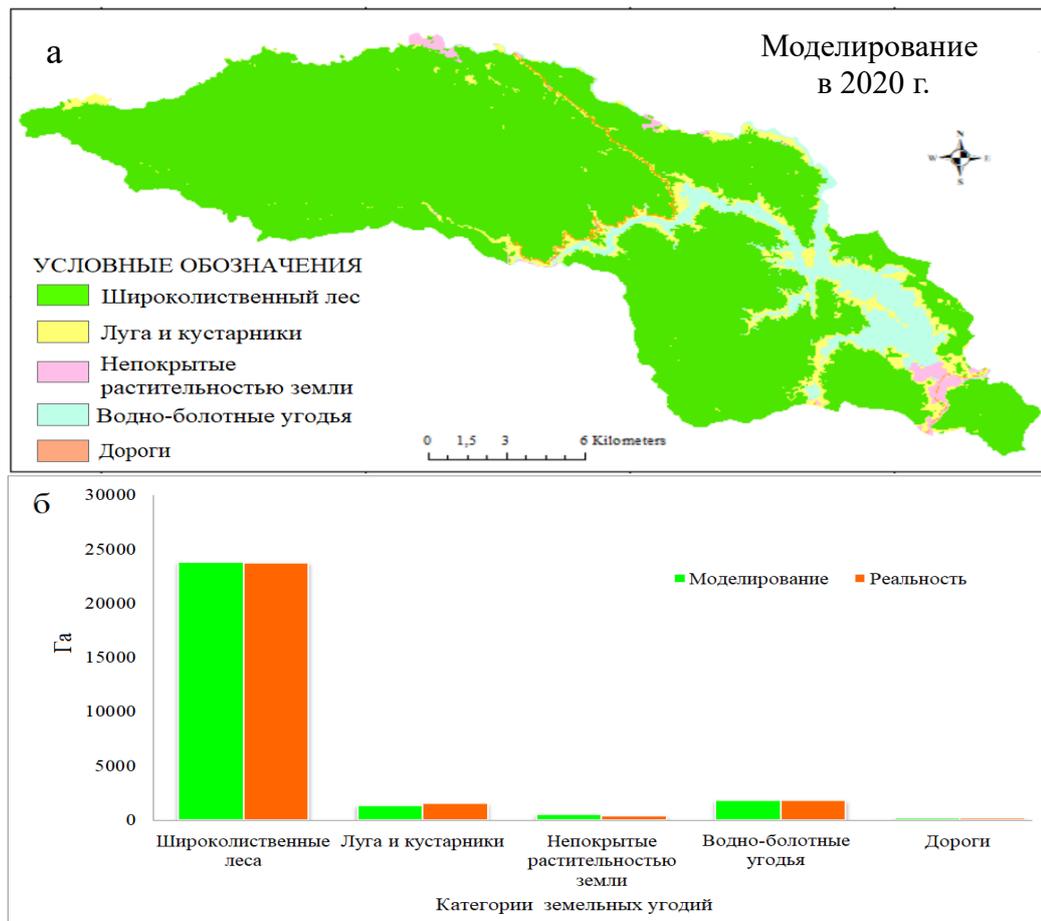


Рисунок 5.3 – Результаты моделирования состояния земель в заповеднике Суан Лиен в 2020 году: карта моделирования (а) и сравнение данных карт моделирования и реальной по категориям (б)

Таблица 5.1 – Подтверждение прогнозируемого состояния земель в национальном парке Ба Бе (2019 год), в заповедниках Суан Лиен (2020 год) и Донг Най (2019 год)

Индекс соглашения	Значение		
	Парк Ба Бе	Заповедник Суан Лиен	Заповедник Донг Най
Несогласие из-за количества	0,0099	0,0292	0,0085
Несогласие из-за местоположения	0,0729	0,0048	0,0202
Общая точность модели прогноза	0,8965	0,9593	0,9656
Индекс Каппа	0,8566	0,9346	0,9448

Из данных таблицы 5.1 видно, что значение индекса «несогласие» довольно мало: несогласия по количеству меньше 0,0292, а из-за местоположения – 0,0729. Значение индекса общей точности составляет более 0,8965, а индекса Каппа – 0,8566. Эти индексы показывают хорошее согласие между картой моделирования и реальными данными. Это доказывает, что модель прогноза состояния угодий охраняемых территорий достоверна и достигнута значительная точность прогнозирования.

Карты прогноза растительного покрова земельных угодий в национальном парке Ба Бе и заповедниках Суан Лиен и Донг Най созданы путем комбинации модели клеточных автоматов и цепей Маркова (рисунок 5.4). Результаты прогноза состояния растительности земельных угодий исследуемых районов по категориям в 2035 году приведены в таблице 5.2.

Тенденция увеличения площади парка Ба Бе фитоценозами продолжается (таблица 5.2). Площадь широколиственных лесов к 2035 году увеличится на 970,0 га (9,7%), а водно-болотных угодий на 6,5 га (0,1%). Общая площадь лугов и кустарника, непокрытых растительностью земель уменьшились на 976,5 га (9,7%). Площади земельных угодий к концу периода прогнозирования составят следующие соотношения: широколиственные леса достигнут площади 8806,1 га (87,6%), луга и кустарники – 782,9 га (7,8%), непокрытые растительностью земли – 64,1 га (0,6%) и водно-болотные угодья – 394,9 га (3,9%). Широколиственные высоко полнотные древостои станут преобладающими по площади на угодьях парка Ба Бе.

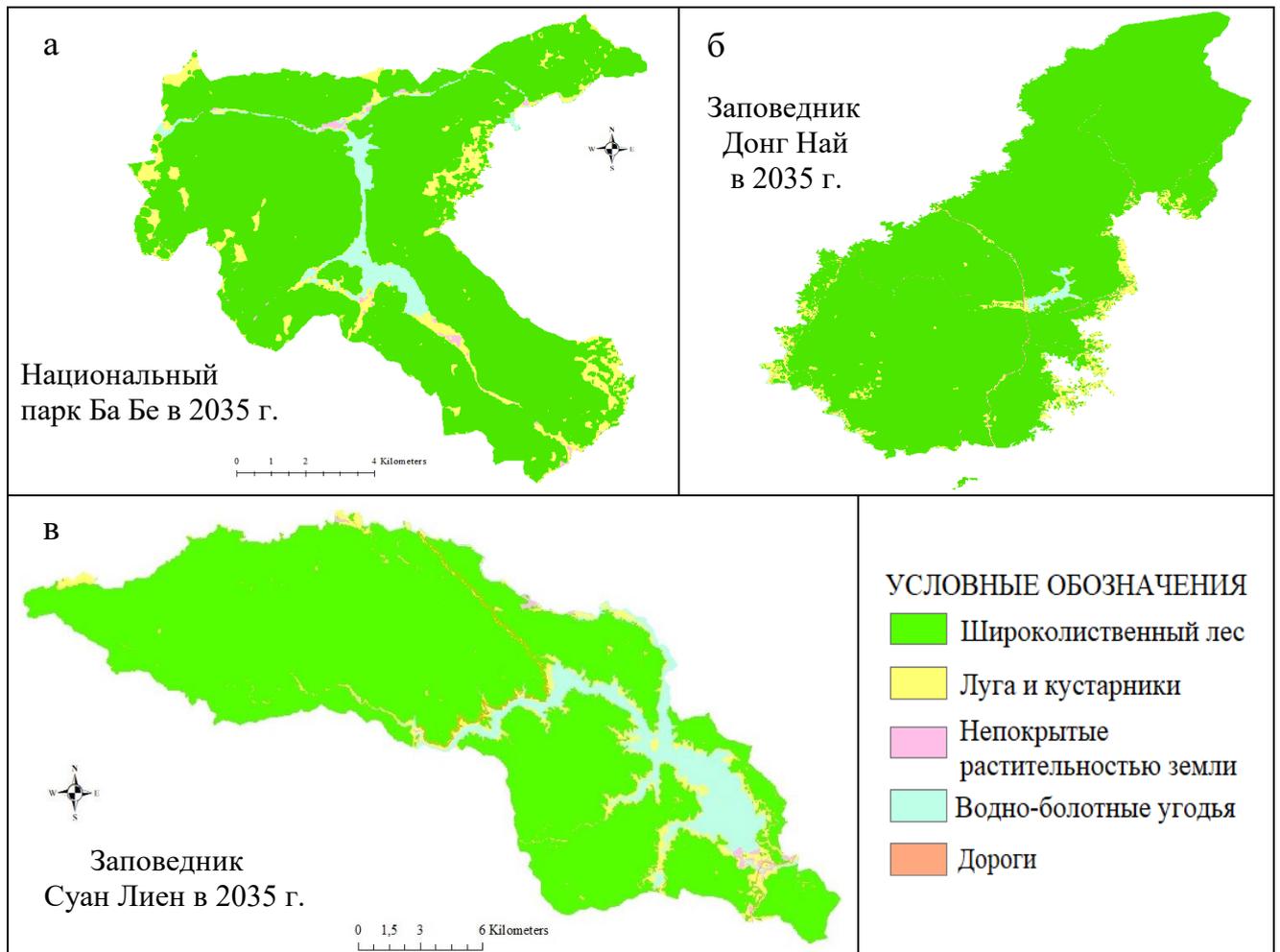


Рисунок 5.4 – Карта прогноза состояния земель по категориям земель в национальном парке Ба Бе (а), заповедниках Суан Лиен (б) и Донг Най (в) в 2035 году

Результаты прогноза свидетельствуют об увеличении площади водно-болотных угодий заповедника Суан Лиен в период с 2020 по 2035 год (таблица 5.2). В частности, к 2035 году площадь водно-болотных угодий увеличится на 272,0 га (1,0%). С 2000 по 2020 год площадь лесов постоянно сокращалась, однако прогнозируется, что в следующие 15 лет площадь лесов останется стабильной или увеличится на 41,7 га (0,2%). Кроме того, с 2020 по 2035 год площадь лугов и кустарников и непокрытых растительностью земли уменьшатся на 313,7 га (1,1%). Ожидается, что площадь дорог останется неизменной в период с 2020 по 2035 год. К концу периода прогнозирования структура угодий в заповеднике Суан Лиен будет следующей: широколиственные леса составят 23872,6 га (86,3%), луга и кустарники – 1312,7 га (4,7%), непокрытые растительностью земли – 255,0 га (0,9%), водно-болотные угодья – 2057,7 га (7,4%) и дороги – 150,2 га (0,5 %). По результатам прогнозирования к 2035 году изменение состояния растительности на земельных

угодьях заповедника Суан Лиен согласуются с планом и политикой Правительства Вьетнама на сохранение биоразнообразия природных экосистем.

Таблица 5.2 – Статистика площади прогнозируемых категорий земель в национальном парке Ба Бе, заповеднике Суан Лиен и Донг Най на 2035 год

ООПТ	Категория земель	га	%
Национальный парк Ба Бе	Широколиственные леса	8806,1	87,6
	Луга и кустарники	782,9	7,8
	Непокрытые растительностью земли	64,1	0,6
	Водно-болотные угодья	394,9	3,9
	Итого	10048,0	100
Заповедник Суан Лиен	Широколиственные леса	23872,6	86,3
	Луга и кустарники	1312,7	4,7
	Непокрытые растительностью земли	255,0	0,9
	Водно-болотные угодья	2057,7	7,4
	Дороги	150,2	0,5
	Итого	27648,2	100
Заповедник Донг Най	Широколиственные леса	64783,7	94,8
	Луга и кустарники	2634,6	3,9
	Непокрытые растительностью земли	116,6	0,2
	Водно-болотные угодья	510,1	0,7
	Дороги	258,2	0,4
	Итого	68303,3	100

Из данных таблицы 5.2 видно, что продолжается увеличение площади лесной растительности в заповеднике Донг Най. Площадь широколиственных лесов увеличится с 2019 по 2035 год на 1090,7 га (1,7 %) и водно-болотных угодий на 136,1 га (0,2 %). Площади угодий: луга и кустарники, непокрытые растительностью земли уменьшатся на 4506,90 га (6,6%). Площади угодий в заповеднике Донг Най к концу периода прогнозирования составят следующие соотношения: широколиственные леса достигнут 64783,7 га (94,8%), луга и кустарники – 2634,6 га (3,9%), непокрытые растительностью земли – 116,6 га (0,2%), водно-болотных угодий – 510,1 га (0,7%) и дороги – 258,2 (0,4%). Полученные при прогнозировании площади свидетельствуют об увеличении в заповеднике Донг Най широколиственных высоко полнотных древостоев.

5.2 Рекомендации по улучшению состояния земель ООПТ

Во Вьетнаме имеется почти 15,3 млн. га лесов, из которых более 2,2 млн. га являются ООПТ. Мониторинг земель ООПТ в стране проводится с 1980 года и в настоящее время является одним из наиболее важных аспектов государственного управления земельными ресурсами с целью защиты биоразнообразия и продвижения устойчивого развития природными ресурсами. Вьетнам претерпел значительные

структурные изменения земельных угодий ООПТ за последние десятилетия. Согласно проведенным нами исследованиям, существует четкая разница между динамикой площади земельных угодий ООПТ до и после 2003 года. Анализ взаимосвязи между основной политикой и практикой управления земельными угодьями ООПТ предоставит полезную информацию, чтобы предложить рекомендации по улучшению управления лесными ресурсами.

5.2.1 Причины изменения состояния земель ООПТ с 1988 по 2003 год

Во Вьетнаме состояние земель ООПТ до начала XX века было совсем другим. В национальном парке Ба Бе площадь лесных земель до 2003 года была меньше, из-за вырубki древостоев с целью преобразования лесного фонда в сельскохозяйственные земли и заготовки древесины для производственных нужд. Площадь лугов и кустарников соответственно увеличилась. Такая же ситуация характерна и для других ООПТ: заповедники Бинь Чау - Фыок Быу, Нуй Ба Ра и национальный парк Кат Тьен. Вырубка лесов, связанная с расширением сельскохозяйственных угодий, является основной причиной обезлесения земель для многих стран мира [102], в том числе и Вьетнама. Этот процесс также совпадает с тем фактом, что во Вьетнаме степень лесного покрова в конце 20 века резко снизилась. В 1985 году площадь покрытых лесом земель во Вьетнаме составляла около 9,3 млн. га, что представляло 30% общей площади земельного фонда страны [58]. В 1995 году площадь этой категории лесных земель составляла уже 8,0 млн. га (28%) [64]. Согласно De Koninck [64] Вьетнам в конце XX века становится страной в Юго-Восточной Азии, где проводится массовая вырубка широколиственных высокополнотных лесов. Вырубка лесов связана также с тем, что после десятилетней войны с США Вьетнам оставался одной из самых бедных стран в мире с отрицательной экономикой и повсеместным голодом до 80 годов XX века. Экономические реформы, начатые в 1986 году, привели страну к сокращению бедности, но до 2001 года Вьетнам все еще входил в число стран с низким уровнем дохода. Большинство ООПТ во Вьетнаме расположены в сельских районах, где проживает 90% бедных жителей. Жители, проживающие в границах ООПТ Вьетнама и вокруг них, являются преимущественно этническими меньшинствами, уровень бедности которых намного выше, чем в среднем по стране. De Koninck [64] выявил четыре «основных фактора»,

которые определяют интенсивную вырубку лесов во Вьетнаме: 1) некоторые этнические меньшинства, проживающие на землях ООПТ, полагались на подсечно-огневую культивацию лесных земель; 2) преобразование лесных земель в сельскохозяйственное производство; 3) незаконные самовольные рубки древостоев; 4) заготовка недревесной продукции для жизнеобеспечения крестьян.

Среди последствий массовой вырубки лесов – утрата земель на возвышенностях, осаднение грунта в ирригационных системах внизу по течению, все более частые и сильные наводнения и засухи и серьезная потеря биоразнообразия ООПТ. Обезлесение земель и деградация лесов в период нулевых годов рассматривались как причина увеличения числа наводнений и засух в стране, поэтому вынудило правительство Вьетнама принимать решительные меры.

Начиная с 1992 года правительство Вьетнама приложило большие усилия для стабилизации и восстановления лесного покрова. В 1995 году впервые правительство издало постановление по защите биоразнообразия природы Вьетнама (Решение № 845-ТТг от 22.12.1995 года) [105]. Это правовой документ, касающийся создания и управления земельными ресурсами ООПТ во Вьетнаме. Позже вышли новые постановления. Это программы 327 (Решение № 327-СТ от 15.09.1992 года) [44], включающая ряд руководящих принципов и политических действий по использованию непокрытых растительностью земель, бесплодных холмов, низкопродуктивных лесных зарослей, прибрежных наносов и водной поверхности (1993 - 1998) [64]. Это проект 661 «Цель, задачи, политика и реализация проекта посадки 5 млн. га новых лесов» (1998-2010) [119]. Лесовосстановление 5 млн. га вырубок позволило увеличить растительный покров с 9 млн. га (28% лесного покрова по всей стране) до 14,3 млн. га к 2010 году (43%) [48]. Из 5 млн га дополнительных лесов имеются также лесные посадки на ООПТ. В частности, в период с 1995 по 2006 год площадь лесов национального парка Трам Чим увеличилась за счет искусственного лесоразведения.

5.2.2 Причины изменения состояния земель ООПТ с 2003 по 2019 годы

Во Вьетнаме, в целях сохранения состояния ландшафтов, создан за последние годы ряд новых ООПТ: заповедники Донг Най и национальный парк Хоанг Льен и другие. В то же время Правительством страны выпущено ряд документов о прямом

регулировании, создания и управления ООПТ (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Основные руководящие документы о прямом регулировании, создании и управлении ООПТ Вьетнама с 2003 по 2019 год

Название документа	Руководящие документы
Стратегия управления системой особо охраняемых природных территорий Вьетнама до 2010 г.	Решение Премьер-министра № 192/2003/QĐ-TTg от 17.09.2003 г.
Закон сохранения и развития лесов	Закон Национального собрания социалистической республики Вьетнам № 29/2004/QH11 от 03.12.2004 г. [8]
Закон о биологического разнообразии	Закон Национального собрания социалистической республики Вьетнам № 20/2008/QH12 от 13.11.2008 г. [7]
Организация и управления ООПТ	Указ Правительства № 117/2010/NĐ-CP от 24.12.2010 г.
Национального плана действий по биоразнообразию до 2010 года, ориентации на 2020 год на осуществление конвенции о биоразнообразии и картагенского заказа о биобезопасности	Решение премьер-министра № 79/2007/QĐ-TTg от 31.05.2007 г. [104]
Подробные положения ряда статей Закона о биоразнообразии	Указ Правительства № 65/2010/NĐ-CP от 11.06.2010 г.
План охраны и развития лесов на период 2011-2020 гг.	Решение Премьер-министра № 57/QĐ-TTg от 09.01.2012 г.
Национальной стратегии охраны окружающей среды до 2010 года и ориентации на 2020 год	Решение Премьер-министра № 1216/2012/QĐ-TTg от 05.09.2012 г.
Национальной стратегии по биоразнообразию до 2020 года, видение до 2030 года	Решение Премьер-министра № 1250/2012/QĐ-TTg от 31.07.2013 г. [48]
Стратегия управления системой специального назначения лесов, морских охраняемых районов и зон внутренних водоохранных Вьетнама до 2020 года с перспективой до 2030 года	Решение Премьер-министра № 218/QĐ-TTg от 07.02.2014 г.
Закон о лесоводстве	Закон Национального собрания социалистической республики Вьетнам №16/2017/QH14 от 01.01.2019 г.

Все перечисленные руководящие документы способствовали восстановлению покрытых растительностью земель на охраняемых территориях Вьетнама в течение исследуемого периода.

В период с 2003 по 2019 год площадь лесных угодий увеличилась, а площади

земель, не покрытых древесной растительностью, лугами и кустарниками уменьшились в национальных парках Ба Бе, Хоанг Льен, в заповедниках Донг Най, Бинь Чау - Фьюк Быу. Такая тенденция также наблюдается в период с 2006 по 2019 годы в национальном парке Трам Чим, в заказнике Нуй Ба Ра и в национальном парке Кат Тьен. Эти изменения также подтверждаются картой «Всемирный лесной дозор» (англ. Global Forest Watch), составленной для Вьетнама в период с 2001 по 2012 год. Площадь земель, покрытых лесами, согласно карте достигла 564000 га, что составило 0,7% в мире. Площадь непокрытых древесной растительностью земель во Вьетнаме с 2005 по 2015 год имеет тенденцию к сокращению. В результате национальный показатель лесного покрова в стране в 2019 году достиг 41,9%, что близко к величине 1943 года (43,8%) [73]. Вьетнам в настоящее время является единственной страной в регионе Меконга, которая сообщила о постоянном росте лесного покрова на ООПТ за последние три десятилетия. В связи с экономическим ростом страны в последнее десятилетие Правительство Вьетнама увеличивает бюджетные средства на природоохранные мероприятия на охраняемых территориях, для эффективного управления ООПТ. Политика Правительства страны на период 2015-2020 годов по устойчивому сокращению бедности населения и поддержки этнических меньшинств также позволила увеличить доходы населения всей страны, включая районы, граничащие с ООПТ [42, 104]. Реформирование политики правительства Вьетнама в области ведения лесного хозяйства, поощряло людей и все секторы экономики к участию в управлении лесами, их защите, охране и восстановлению.

С 2003 по 2019 год Вьетнам также получал поддержку от международных организаций в рамках программ и проектов по защите, охране и расширению лесов, таких как «Проект развития лесов Всемирного банка (2004 – 2011 годы)» [49] и «Проект модернизации лесного хозяйства и повышения устойчивости прибрежных территорий (2017 – 2020 годы)» [108]. В целом, лесная политика и правовая система Вьетнама в период с 2003 по 2019 год продолжали совершенствоваться. Повышалась осведомленность общества о защите, охране и лесовосстановлении. Площадь лесов на ООПТ за последние годы увеличилась как в количественном, так и в

качественном отношении [6]. Формируются высокопродуктивные хвойно-лиственные древостой. Местные жители извлекли выгоду из роста лесных угодий за счет увеличения финансовой поддержки ООПТ со стороны правительства Вьетнама, создания дополнительных рабочих мест и с помощью таких мер, как: порядок распределения лесных земель по территории ООПТ, политика общинного управления лесами и оплата экологических услуг за пользование лесами [49, 69, 126].

5.2.3 Тенденция изменения состояния земель ООПТ Вьетнама к 2035 году и рекомендация по их улучшению

По нашему прогнозу, к 2035 году продолжится тенденция увеличения покрытых древесной растительностью земель при одновременном сокращении не покрытых лесом, травостоем и кустарниками земель, что особенно характерно на примере национального парка Ба Бе и заповедников Суан Лиен и Донг Най. Таким образом, с 1988 по 2019 годы, согласно результатам мониторинга состояния земельных угодий ООПТ во Вьетнаме, разработанного нами, экосистема в целом на этих охраняемых территориях продолжает поддерживаться и развиваться устойчиво.

Хотя Вьетнам является эффективным государством в управлении охраняемыми территориями в целом, но защита и охрана ООПТ сталкивается с множеством проблем. По результатам наших наблюдений в заповеднике Бинь Чау - Фьюк Быу площадь лесов увеличивается с 2003 по 2019 год, а заказнике Нуй Ба Ра – с 2007 по 2019 год. Однако она не восстановилась даже к 2019 году в размерах 1988 и 1995 годов. Основная причина уменьшения площади лесов на этих охраняемых территориях – вырубка древостоев и лесные пожары. В заповеднике Суан Лиен площадь лесов уменьшилась за 20 лет, а площадь водно-болотных угодий увеличилась из-за строительства гидроузла «Кья Дат». Кроме того, повышение температуры в национальном парке Трам Чим в последние годы вызвало засуху и истощение запасов воды в засушливый сезон. Согласно нашим наблюдениям с 2003 по 2019 год в национальном парке Трам Чим площадь водно-болотных угодий уменьшилась на 2909,0 га, путем преобразования их большей части в мелалеуковые

леса и луга. Очевидно, что изменение площади водно-болотных угодий сильно повлияет на экосистему угодий международного значения (Рамсарских угодий), расположенных в национальном парке Грам Чим.

Управленческий потенциал и инвестиционные ресурсы для большинства ООПТ Вьетнама в настоящее время ограничены [97, 144]. Лишь несколько охраняемых территорий находятся в непосредственном ведении Вьетнамского управления лесного хозяйства. Остальные охраняемые территории находятся в управлении региональных органов власти. Такая система управления ООПТ приводит к тому, что малая часть ООПТ имеют достаточную финансовую поддержку со стороны правительства страны и международных организаций, а другие охраняемые территории испытывают нехватку финансирования. Кроме того, из-за ограниченного количества и квалификации персонала в большинстве ООПТ отсутствуют технические средства и оборудование для мониторинга земельных угодий, что сильно сказалось на сохранении биоразнообразия природных экосистем Вьетнама.

Другие проблемы в мониторинге состояния земельных угодий ООПТ Вьетнама отмечены Хоанг Т. Т. Н. (2016) [43]: информация и база данных по земельным угодьям охраняемых территорий отсутствуют по многим объектам страны. Регулярно мониторинг земель ведется только в национальных парках и крупных заповедниках. Недостаток информации о состоянии ООПТ является тормозом эффективного управления, защиты и охраны земельных угодий.

Изменение климата в регионе, согласно сообщениям правительства страны, приводит в последние годы к чрезвычайным ситуациям. Отмечены наводнения в большинстве провинций района хребта Чьонгшон, в северных горных провинциях (Северо-восточный горный и район хребта Хоанльеншон) наблюдались сильные похолодания, а в дельте реки Меконг произошло вторжение солёной воды и засухи. Перечисленные чрезвычайные ситуации повлияли в последние годы на состояние растительного покрова, изменив структуру земельных угодий ООПТ Вьетнама.

Управления лесного хозяйства Вьетнама, согласно его докладу «Стратегия

развития лесного хозяйства Вьетнама на период 2021 - 2030, видение до 2050 года» [50] продолжает совершенствовать систему управления земельными ресурсами ООПТ, повышать биоразнообразие природных экосистем, в соответствии с национальными и международными стандартами. Данный документ предлагает на ближайшие 30 лет ряд рекомендаций по совершенствованию управления и мониторингу природных ресурсов ООПТ во Вьетнаме.

– Усовершенствование мониторинга земель ООПТ с использованием данных дистанционного зондирования земли ДЗЗ и современных ГИС-технологий.

– Разработка руководящих документов по совершенствованию управления земельными ресурсами ООПТ различных уровней и повышения разнообразия экосистем.

– Повышение информативности и участие жителей страны в сохранении окружающей среды и биоразнообразия экосистем на охраняемых территориях. Продолжить реализацию политики Правительства страны, направленной на улучшение жизни населения, проживающего в буферной зоне ООПТ.

– Разработка и тиражирование моделей по эффективному управлению охраняемыми территориями в связи с изменением климата на континенте.

– Закрепление научного потенциала, совершенствование переподготовки и оказание технической помощи персоналу, обслуживающему ООПТ, используя при этом современные методы и технологии регионального мониторинга административных районов страны.

– Разработать систему отчетности, информации и базы данных о состоянии земельных угодий по всем видам ООПТ страны. Полученные сведения включать в национальную информационную систему по ООПТ.

– Содействовать региональному и международному сотрудничеству по ведению мониторинга земель охраняемых территорий и сохранению биоразнообразия экосистем, мобилизуя для этого все внутренние и международные инвестиции.

5.3 Выводы по главе 5

Для прогнозирования состояния земельных угодий на объектах ООПТ использовались цепи Маркова и клеточные автомата. Для прогноза состояния земельных угодий охраняемых территорий к 2035 году нами учитывались следующие факторы: высота над уровнем моря, уклон рельефа местности, гранулометрический состав почвы, мощность почвенного профиля, расстояние до дорог государственных и до жилых районов. Основываясь на влиянии этих факторов на состояние земельных угодий и их тенденции к изменению разных категорий прошлым, нами разработан прогноз состояния земель важнейших ООПТ к 2035 году.

2. Нами достигнута значительная согласованность между результатами моделирования и реальным состоянием земельных угодий национального парка Ба Бе, заповедников Суан Лиен и Донг Най. Общая точность моделирования состояния земельных угодий объектов исследований составляет более 89,6 %, а индекс Каппа – равен 0,86. Значение индексов «несогласие» довольно мало: по количеству меньше 2,9 %, а по местоположению – 7,3 %. Таким образом, полученная нами модель прогноза считается приемлемой для оценки состояния земельных угодий ООПТ.

3. Согласно прогнозной модели, разработанной нами к 2035 году, состояние земельных угодий в национальном парке Ба Бе следующее. Площадь широколиственных лесов увеличится с 78,0 % в 2019 году до 87,6 %, а площади лугов и кустарников уменьшатся с 17,4 % до 7,8 %. По результатам прогноза состояния растительности земельных угодий в заповеднике Суан Лиен, к 2035 году площадь широколиственных лесов и водно-болотных угодий увеличится соответственно на 0,2% и 1,0% по сравнению с 2020 годом. Напротив, площадь лугов, кустарников и непокрытых растительностью земель через 15 лет уменьшится на 1,1%. Площадь дорог останется неизменной. Две основные тенденции, которые сохранятся в заповеднике Донг Най к 2035 году – это увеличение площади широколиственных лесов (1090,7 га или 1,6%) и уменьшение площади лугов и кустарников (1157,7 га или 1,7 %). Эти изменения указывают на тенденцию к стабилизации и восстановлению состояния почвенной растительности до 2035 года в национальном парке Ба Бе, заповедниках Суан Лиен и Донг Най. Эта тенденция сохранится, если на охраняемых территориях

продолжают принимать меры по стабилизации водных ресурсов и сохранению биоразнообразия региона. Площадь их лесных экосистем через 15 лет будет возрастать. Это будет способствовать сохранению и увеличению биоразнообразия природных экосистем охраняемых территорий и сохранению окружающей среды Вьетнама в целом.

4. Выявлен анализ взаимосвязи между динамикой земель ООПТ и вызывающими её причинами представляет важную информацию для исследований охраны окружающей среды и устойчивому землепользованию, что является полезным для менеджеров земельных ресурсов при принятии решений. Нами представлены основные тенденции изменения состояния растительного покрова охраняемых территорий во Вьетнаме в периоды: с 1988 по 2003 год и с 2003 по 2019 год, а также дан прогноз к 2035 году в исследуемых регионах страны с указанием основных национальных политик и программ, связанных с этими переходами. Основываясь на ограничениях в управлении и мониторинге земель ООПТ во Вьетнаме, сделан целый ряд рекомендаций по улучшению состояния растительного покрова на земельных угодьях ООПТ.

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 выполненной диссертационной работы 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 лесов в парках Ба Бе, Хоанг Лиен, Кат Тьен, Трам Чин и заповеднике Донг Най увеличились соответственно на 1,1, 4,1, 6,4, 28,4 и 4,6% за счет других категорий. В последние годы охраняемые территории получают для охраны окружающей среды финансовую поддержку и трудовые ресурсы от правительства страны и международных организаций. Однако, в заповедниках Суан Лиен, Бинь Чау - Фьюк Быу и заказнике Нуй Ба Ра площадь земельных угодий сократилась за 1988 по 2019 годы соответственно на 6,2, 3,4 и 6,8%. 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.

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 и Хошиминского сельского и лесного хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассистентус: Применение корреляционно-регрессионного анализа. – URL: <https://assistentus.ru/vedenie-biznesa/korrelyacionno-regressionnyj-analiz/> – Текст: электронный.
2. Братков, В. В. Применение вегетационных индексов для картографирования ландшафтов Большого Кавказа / И. В. Кравченко, Г. А. Туаев, З. В. Атаев, А. А. Абдулжалимов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2016. – Т. 10. – № 4. С. 97– 111.
3. Данг, Вьет Хунг. Мониторинг растительности заповедника «Донг Най» с применением ГИС – технологий (Вьетнам) / Данг Вьет Хунг, Данг Тхи Лан Ань. А. Ф. Потокин // Материалы молодежной международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы лесного хозяйства» (06–08.11.2019 г.) Санкт-Петербург. – 2019. – С. 80–83.
4. Данг, Вьет Хунг. Разнообразие лекарственных растений в составе лесной растительности на территории заповедника «Донг Най», Вьетнам / Данг Вьет Хунг, Фан Ван Зунг, А. Ф. Потокин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019, вып. 227. – С. 107–122.
5. 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» (3–6.07.2019). Умань. – 2019. – С. 60–64.
6. Данг, Тхи Лан Ань. Динамика растительного 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.
7. Закон о биологического разнообразии. Национальное собрание Вьетнама от 13.11.2008 г. № 20/2008/QH12. – URL: [URL: https://thukyluat.vn/vb/luat-da-dang-sinh-hoc-2008-14118.html](https://thukyluat.vn/vb/luat-da-dang-sinh-hoc-2008-14118.html) (дата обращения: 07.11.2018).

8. Закон сохранения и развития лесов. Национальное собрание Вьетнама от 03.12.2004 г. № 29/2004/QН11. – URL: <https://thukyluat.vn/vb/luat-bao-ve-va-phat-trien-rung-2004-cdad.html> – (дата обращения: 08.11.2018).

9. 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.

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

11. 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.

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

13. 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. – 2019. – Т. 1. – С. 171–176.

14. 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.

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

17. Ковязин, В. Ф. Разработка прогнозной модели трансформации земельных угодий Вьетнама / В. Ф. Ковязин, Т. С. Нгуен // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Томск. – 2019. – Т.330. – № 9. – С. 221–229

18. Ковязин, В. Ф. Состояние земельных угодий ООПТ Вьетнама в начале XXI века / 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.

19. Ковязин, В. Ф. Трансформация землепользований на Севере и Юге Вьетнама / В. Ф. Ковязин, Т. С. Нгуен, А. А. Боголюбова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – С.95–110.

20. Кузнецов, А. Н. Структура и динамика муссонных тропических лесов Вьетнама / Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук.: Москва. – 2015. – 554 С.

21. Ле, В. Ч. Дистанционное зондирование Земли / В. Ч. Ле. Изд-во Национального университета Хошимина. – Хошимин : 2010. – 418 с.

22. Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие / И. А. Лабутина, Е. А. Балдина // Всемирный фонд дикой природы (WWF России). Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» – М. : 2011. – 88 с.

23. Макфитерс, С. К. Использование нормализованного разностного индекса воды (NDWI) для определения характеристик открытой воды / С. К. Макфитерс // Int. J. Дистанционный сенсор. – 1996. – Т. 17 (7). – С. 1425–1432.

24. Манылов, И. В. Оценка точности распознавания классов при автоматизированной обработке аэрофотоснимков / И. В. Манылов // изв. вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54. – № 5. – С. 35–39.

25. Министерство природных ресурсов и окружающей среды Вьетнама Биоразнообразие Вьетнама. – Ханой : – 2011. – 124 с.
26. Нгуен, Ван Тхинь. Биоразнообразие и свойства почв биосферного заповедника Донгнай. дис. канд. биол. наук. Ростов - на - Дону, РГУ: – 2015. – 170 с.
27. Нгуен, Т. С. Мониторинг земельных угодий Социалистической Республики Вьетнам для их кадастрового учёта в условиях изменяющихся рыночных отношений. дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург: 2020. – 162 с.
28. Нгуен, Т. Т. Х. Биоразнообразие в национальном парке «Хоанг Лиен» Сон с экологическим туризмом на западе севера Вьетнама / Т. Т. Х. Нгуен // Журнал наука и технологии. – 2017. – № 6. – С. 72–81.
29. Нейман, Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов / Дж. фон Нейман // Пер. с англ. В. Л. Стефанюка; Под ред. В. И. Варшавского. – М.: Мир, 1971. – 382 с.
30. Отчет по земельной статистике за 2013 год в заповеднике Донгнай. Департамент природных ресурсов и окружающей среды провинции Донгнай. – 2013. – 35 с.
31. Отчет по земельной статистике за 2018 год в заповеднике Донгнай. Департамент природных ресурсов и окружающей среды провинции Донгнай. – 2018. – 40 с.
32. Положение о лесном мониторинге и планировке земель для развития леса. Приказ Министерства сельского хозяйства и развития сельских районов от 15.11.2017 г. № 26/2017/ТТВННПТНТ – URL: <http://vbpl.vn/bonongnghiep/Pages/vbpq-van-ban-goc.aspx?ItemID=126734> (дата обращения: 08.09.2019).
33. Программный комплекс ENVI. Учебное пособие. – М.: Совзонд, 2009. – 265 с.
34. Решение о создании национального парка Кат Тьен. Приказ Премьер-министра от 13.11.1992 г. № 01/СТ. – URL: <https://vietnamforestry.org.vn/vuon-quoc-gia-cat-tien/> (дата обращения: 10.11.2019).
35. Романчиков, А. Ю. Алгоритм массовой кадастровой оценки лесных земель по таксационным показателям насаждений / А. Ю. Романчиков, В. Ф. Ковязин, Н. И. Животягина, А. А. Киценко, Данг Тхи Лан Ань // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 11. – С. 108–116.
36. Росяйкина, Е. А. Обработка данных дистанционного зондирования Земли в

- гис-пакете ArcGIS / Е. А. Росяйкина, Н. Г. Ивлиева // Огарев-online. – 2015. – № 4. – 9 с.
37. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613898. Программа по прогнозу состояния земельных угодий / Данг Тхи Лан Ань, И.И. Рагузин, В.Ф. Ковязин; правообладатель: Санкт-Петербургский горный университет. – № 2021612683; опублик. 16.03.2021.
38. Стратегия развития лесного хозяйства Вьетнама в период 2006-2020 гг. ПриказПремьерминистра от 05.02.2007 г. № 18/2007/QD-ТТг. – URL: <http://vbpl.vn/bonongnghiep/Pages/vbprq-van-bangoc.aspx?ItemID=126734> (дата обращения: 08.09.2019).
39. Стыщенко, Е. А. Разработка методики автоматизированного дешифрирования растительного покрова с комплексным использованием разносезонных зональных космических изображений : дис. канд. техн. наук. – Москва, 2018. – 213 с.
40. Токарева, О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования земли / О. С. Токарева Учебное пособие. – Томск ТПУ: 2010. – 148 с.
41. Тон, Д. У. Планирование использования земли Вьетнама в период индустриализации и модернизации / Тон Д. У. // Журнал наук о Земле. – 2011. – С.74–82
42. Утверждение стратегии управления ООПТ Вьетнама до 2020 года с видением до 2030 года. Приказ Премьер-министра от 07.02.2014 г. № 109/2003/NĐ-CP. – URL: http://vanban.chinhphu.vn/portal/page/portal/hinhphu/hethongvanban?class_id=2&_page=1&mode=detail&document_id=172157. (дата обращения: 10.11.2018).
43. Хоанг, Т. Т. Н. Система управления ООПТ во Вьетнаме / Т. Т. Н Хоанг, К. Т. Тьан, В. Х. Фам // Природные ресурсы и зеленый рост. Изд-во Национального университета Ханоя. – Ханой: 2016. – С. 76–82.
44. A number of guidelines and policies on the use of bare land, bare hills, forests, coastal alluvial grounds and water surface. Decision of the Chairman of the Council of Ministers dated 15.9.1992. 327-CT. – URL: <http://luattrongtay.vn/ViewFullText?DocumentNo=327-CT> (дата обращения: 12.05.2019).
45. Acharya, T. D. Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal / T. D. Acharya, A. Subedi, D. H. Lee // Sensors (Basel, Switzerland). – 2018. – Vol. 18(8). – URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/8/2580/htm>
46. Ahmad, A. Analysis of maximum likelihood classification technique on Landsat 5

TM satellite data of tropical land covers / A. Ahmad, S. Quegan, // 2012 IEEE International Conference on Control System. Computing and Engineering. – 2012, – P. 280-285.

47. Approving and announcing the results of land area statistics in 2018 Decision of the Ministry of Natural Resources and Environment dated 13.11.2019 No. 2908/QĐ-BTNMT. – URL: <https://luatvietnam.vn/dat-dai/quyet-dinh-2908-qd-btnmt-2019-ket-qua-thong-ke-dien-tich-dat-dai-nam-2018-178239-d1.html> (дата обращения: 08.06.2019).

48. Approving the National Strategy on Biodiversity until 2020, with a vision to 2030. Prime Minister's Decision dated 12.09.2018. No. 1250/2012/QĐ-TTg. – 2013. – 13 p.

49. Approving the national target program on sustainable poverty reduction for the 2016-2020 period. Prime Minister's Decision dated 02.09.2016 No. 1722/QĐ-TTg. – URL: <https://phutho.gov.vn/vi/quyet-dinh-so-1722qd-ttg-phe-duyet-chuong-trinh-muc-tieu-quoc-gia-giam-ngheo-ben-vung-giai-doan> (дата обращения: 06.11.2019).

50. Approving the Vietnam forestry development strategy for the period of 2021-2030, with a vision to 2050. Decision of the Prime Minister of Vietnam 01.04.2021 so 523/QĐ-TTg.

– URL: http://www2.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/noidungchienluocphattrienkinhtexahoi?_piref33_14725_33_14721_14721.strutsAction=ViewDetailAction.do&_piref33_14725_33_14721_14721.docid=51111&_piref33_14725_33_14721_14721.substract= (дата обращения: 06.11.2019).

51. Asmala, A. Comparative Analysis of supervised and unsupervised classification on multispectral data / A. Asmala, Q. Shaun // Applied Mathematical Sciences. – 2013. – Vol. 7, – No. 74, – P. 3681– 3694.

52. Auwalu, F. K. Monitoring and predicting spatio-temporal land use/land cover changes in Zaria city, Nigeria, through an integrated Cellular Automata and Markov Chain model (CA-Markov) / F. K. Auwalu, Y. Wu, A. A. Ghali, H. Roknisadeh, A. N. A. Akram // Sustainability 12. – 2020. – No. 24(10452). – URL: <https://doi.org/10.3390/su122410452> (дата обращения: 12.12.2019)

53. Campbell, M. J. Statistics at square one / M. J. Campbell, T. D. V. Swinscow // John Wiley, Sons. – 2011.

54. Cheruto, M. C. Assessment of land use and land cover change using GIS and remote sensing techniques: A case study of makueni county, Kenya / M. C. Cheruto, M. K. Kauti, P. D. Kisangau, P. Kariuki // J Remote Sensing & GIS. – 2016. – Vol. 5(4): 175.

55. chm.aseanbiodiversity.org : Asean centre for biodiversity : Hoang Lien Sa Pa National Park. – URL: http://chm.aseanbiodiversity.org/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=110¤t=110 (дата обращения: 09.01.2019). – Текст: электронный.

56. Cho, S. Correction: Correlation between National Influenza Surveillance Data and Google Trends in South Korea / S. Cho , C. H. Sohn, M.W. Jo , S. Y. Shin, J. H. Lee // PLOS ONE. – 2014. – Vol. 9(1). – 6 p.

57. Cohen, Jacob. A coefficient of agreement for nominal scales / Jacob Cohen // Educational and Psychological Measurement. – 1960. – Vol. 20(1). – P. 37–46.

58. Collins, N. Mark. The conservation Atlas of tropical forests: Asia and the Pacific / N. Mark Collins, Caroline S. Harcourt, Jeffrey Sayer, T. C. Whitmore // British Petroleum. – London : Macmillan, 1991. – 256 p.

59. Congalton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data / R. G. Congalton // Remote Sensing of Environment. – 1991. – 37(1). – P. 35–46.

60. Landis, J. R. The measurement of observer agreement for categorical data / J. R. Landis, G. G. Koch // Biometrics 33. – 1977. – P. 159–174.

61. **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. – 9 p.

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

63. Danilov, D. A. The structure of stands and renewal of the Shorea formation in evergreen forest of Binh Chau–Phuoc Buu Nature Reserve, Vietnam / D. A. Danilov, N. T. Duong, N. V. Belyaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020. Vol. 574. No. 1, 9 p.

64. De, Koninck. Deforestation in Viet Nam / Koninck De, Rodolphe // Ottawa. Canada: Trung tam nghien cuu phat trien quoc te, 1999.

65. Detailing the implementation of a number of articles of the Law on Forestry. Decree of the Government of Vietnam dated 11/16/2018 No. 156/2018/ND-CP. – 2018. - 41 p.

66. Do, Dinh Sam. Evaluation of the production potential of forestry land in Vietnam /

Dinh Sam Do, Ngoc Binh Vo // Statistical publisher. – Ha Noi : 2001. – 112 p.

67. Doan, Duy Hieu. Using materials, remote sensing and gis technology to consider the changes of Ia Pa's forest, Gia Lai province / Duy Hieu Doan, Nguyen Tham // Journal of Science and Education – Vol. 02(42). – P. 116–126.

68. Eco-tourism, levels, entertainment in the special forest of the natural reservation "spring lien" up to 2025, vision to 2030. Project of Thanh Hoa Department of Agriculture and Rural Development. – 2020. – 136 p. – URL: <https://thanhhoa.gov.vn/portal/VanBan/2021-03/2ea4e59d864557ad%C4%90%E1%BB%81%20%C3%A1n.pdf> (дата обращения: 16.03.2020).

69. Feinstein, A. R. High agreement but low kappa: I. The problems of two paradoxes / A. R. Feinstein, D. V. Cicchetti // J Clin Epidemiol. 1990. Vol. 43(6). 543–549.

70. Final report on implementation of the project "National forest census and inventory for the period 2013–2016". Ministry of Agriculture and Rural Development – Hanoi: 2017. – 103 p.

71. Flood, N. Continuity of reflectance data between Landsat-7 ETM+ and Landsat-8 OLI, for both top-of-atmosphere and surface reflectance: A Study in the Australian Landscape / N. Flood // Remote Sens. – 2014. – Vol. 6. – P. 7952–7970.

72. Forest status monitoring report in 2003 in the "Nui Ba Ra" guarding area. People's Committee of Binh Phuoc province. – 2004. – 15 p.

73. Forestry manual. Ministry of agriculture and rural development. – Hanoi: 2006. – 95p. – URL: <http://agro.gov.vn/images/2007/03/Cong%20tac%20dieu%20tra%20rung%20o%20Viet%20Nam66858.pdf> (дата обращения: 08.10.2019)

74. Groisman, P. Y. Easterling Variability and trends of precipitation and snowfall over the United States and Canada / P. Y. Groisman, D. R. Easterling // Journal of climate. –1994. – Vol. 7. – C. 184–205.

75. Ha, Quy Quynh. Research on building a resource management and monitoring information system in the national park and some nature reserves in the Northwest by remote sensing and GIS technology using VNREDSat-1 images// Quy Quynh Ha. Science research topic VT/UD-01/14-15. Science and Technology Magazine. – 2016. – No. 17. – 15 pp.

76. Hall, F. G. Linking knowledge among spatial and temporal scales: Vegetation, atmosphere, climate and remote sensing / F. G. Hall, D. E. Strebel, P. J. Sellers // Landscape

Ecol. – 1998. – Vol. 2. – P. 3–22.

77. Haque, M. I. Land cover change detection using gis and remote sensing techniques: a spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh / M. I. Haque, R. Basak // The Egyptian journal of remote sensing and space sciences. – 2017. – Vol. 20. – P. 251–263.

78. Hasan, M. Impact of war, precipitation, and water management on quantity of water resources in the Tigris/Euphrates area / M. Hasan, A. Moody // 19th EGU General Assembly, EGU2017. – Austria : Vienna, 2017. – 11187 p.

79. Heywood, V. H. Global biodiversity assessment / V. H. Heywood // Cambridge university press. Cambridge, UK. – 1995. – 1152 p.

80. Hinkle D. E. Applied Statistics for the Behavioral Sciences / D. E. Hinkle, W. Wiersma, S. G. Jurs // 5th ed. – Boston: Houghton Mifflin, 2003.

81. Hoang, Thi Huyen Ngoc. Application of ales - gis integrated model to assess land suitability for tea tree development in Di Linh - Bao Loc area / Thi Huyen Ngoc Hoang // Journal of earth sciences. – 2013. – Vol. 35(3). – P. 272–279.

82. Hoang, Thi Thanh Nhan. Current status of nature reserve management in Vietnam / Thi Thanh Nhan Hoang, Kim Tinh Tran, Viet Hung Pham // Resource and environment research center. Ha Noi. – 2015. – P. 76–82.

83. Hou, X. Y. Land use change in Hexi corridor based on CA–Markov methods / X. Y. Hou, B. Chang, X. F. Yu // Transactions of the CSAE. – 2004. – Vol. 20(5), – P. 286–291.

84. Kerr, Jeremy T. From space to species: Ecological applications for remote sensing / Jeremy T. Kerr, M. Ostrovsky, Marsha // Trends in ecology & evolution – 2003. – Vol. 18 (6). – P. 299–305.

85. 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. – T. 963(9) – pp. 53-64.

86. 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 Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 507. – 9 p.

87. 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 Conf. Series: Materials

Science and Engineering. – 2020. – Vol. 817. – 9 p.

88. 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.

89. Land law. National Assembly dated 29.11.2013. No. 45/2013/QH13. – URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Bat-dong-san/Luat-dat-dai-2013-215836.aspx> (дата обращения: 12.03.2019).

90. Linlin, Cui. Assessment of atmospheric correction methods for historical Landsat TM images in the coastal zone: A case study in Jiangsu, China / Cui Linlin, Li Guosheng, Ren Huiru, He Lei, Liao Huajun, Ouyang Ninglei, Zhang Yue // European Journal of Remote Sensing. – 2014. – Vol. 47(1). – P. 701–716.

91. Liping C., Yujun S., Saeed S. Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques – A case study of a hilly area, Jiangle, China. PLOS ONE. – 2018. – Vol.13(7). – P. 1–23.

92. Liu, J. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s / J. Liu, W. Kuang, Z. Zhang // Journal of Geographical Sciences. – 2014. – Vol. 24. – No. 2. – P. 195–210.

93. Low, C. P. A hybrid approach to urban land use/cover mapping using Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) images / C. P. Low, J. Choi // International Journal of Remote Sensing. – 2007. – Vol. 25. – P. 2687–2700.

94. Marcel, Török - Oance. Digital terrain analysis as a tool for the identification of possible areas with rural post – Roman archaeological sites in the S-W Dacia / Török – Oance Marcel, Micle Dorel. // Annales d'Universite 'Valahia' Targoviste, Section d'Archeologie et d'Histoire. – 2010. – Vol. 2. – P. 139–147.

95. Marina-Ramona, Rujoiu-Mare. Land cover classification in Romanian Carpathians and Subcarpathians using multi-date Sentinel-2 remote sensing imagery / Rujoiu-Mare Marina-Ramona, B. Olariu, Mihai Bogdan-Andrei, N. Constantin, Ionuț Săvulescu // European Journal of Remote Sensing. – 2017.– Vol. 50(1). – P. 496-508.

96. Matsushita, B. Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density cypress forest / B. Matsushita, W. Yang, J. Chen, Y. Onda, G. Qiu // Remote sensing of

natural resources and the environment. – 2007. – № 7(11). – P. 2636–2651.

97. Matusch, Tobias. Islands of felicity? – The effect of land cover changes in and around protected areas: A case Study of Bach Ma national park, Vietnam / Tobias Matusch // American journal of environmental protection. – 2014. – Vol. 3. – No. 3. – P. 152–161.

98. McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features / S. K. McFeeters // Int. J. Remote Sens. – 1996. – Vol. 17(7). – P. 1425–1432.

99. Memon, A. A. Flood monitoring and damage assessment using water indices: A case study of Pakistan flood-2012 / A. A. Memon, S. Muhammad, S. Rahman, M. Haq // The Egyptian journal of remote sensing and space science. – 2015. – Vol. 18. – I. 1. – P. 99–106.

100. Mongabay.org : Nigeria has worst deforestation rate, FAO revises figures. – URL: <https://news.mongabay.com/2005/11/nigeria-has-worst-deforestation-rate-fao-revises-figures/> (дата обращения: 22.12.2019). – Текст: электронный.

101. Mongabay.org : The top 10 most biodiverse countries. – URL: <https://news.mongabay.com/2016/05/top-10-biodiverse-countries/> (дата обращения: 21.05.2019). – Текст: электронный.

102. Morton, Douglas C. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon / Douglas C. Morton, Ruth S. DeFries, E. Yosio, O. Liana Shimabukuro, Egidio Arai Anderson // Proceedings of the national academy of sciences. – 2006. – Vol. 103. – P. 14637–14641.

103. Mukaka, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research / Mukaka M. M. // Malawi medical journal : the journal of Medical Association of Malawi. – 2012. – Vol. 24(3). – P. 69–71.

104. National action plan on biodiversity and the Cartagena protocol on biosecurity. Decree of the Prime Minister of Vietnam dated 31.05.2007 No. 79/2007/QĐ-TTg. – URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Quy-dinh-79-2007-QD-TTg-phe-duyet-Ke-hoach-hanh-dong-quoc-gia-Da-dang-sinh-hoc-den-nam-2010-dinh-huong-2020-Cong-uoc-Nghi-dinh-thu-Cartagena-20689.aspx> (дата обращения: 22.06.2019).

105. National biodiversity protection action plan. Decision of the Prime Minister of Vietnam dated 22.12.1995 No. 845-TTg – URL: <https://m.thuvienphapluat.vn/van-ban/tai-nguyen-moi-truong/quyet-dinh-845-ttg-phe-duyet-ke-hoach-hanh-dong-bao-ve-da-dang-sinh-hoc-cua-viet-nam-39430.aspx> (дата обращения: 02.07.2020).

106. National environmental protection strategy to 2020, vision to 2030. Decree of the Government of Vietnam dated 05.09.2012 No. 1216/QĐ-TTg. – URL: http://vanban.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/hethongvanban?class_id=2&mode=detail&document_id=163495 (дата обращения: 16.03.2019).

107. National report on biodiversity. Vietnam Ministry of Natural Resources and Environment. – Hanoi: 2011. –124 p.

108. National report the results of 15 male implementation of Millennium Development Goals in Vietnam. Ministry of Planning and Investment. – 2015. – 138 p.

109. Naughton-Treves L. The Role of Protected Areas in Conserving Biodiversity and Sustaining Local Livelihoods / L. Naughton-Treves, M. B. Holland, K. Brandon // Oct Annu. Rev. Environ. Resour. – 2005. – Vol.17. – P. 219–252.

110. Nguyen, H. A. Effectiveness and efficiency of community-based forest management in Hoang Lien national park, Lao Cai province / H. A. Nguyen, T. T. H. Tran // Journal of forestry science and technology. Economic & Policies. – 2017. – Vol. 5. – P. 161–170.

111. Nguyen, Hai Hoa. Using Landsat and GIS remote sensing images to build a map of forest area change in Xuan Son National Park // Journal of Forestry Science and Technology – 2017. – Vol. 3. – P. 46–56.

112. Nguyen, Ngoc Lung. Final report on forest ecological zoning in Vietnam / Nguyen Ngoc Lung // Implementing agencies: RCFEE. – Ha Noi : 2009. – 124 p.

113. Nguyen, T. A. Toward a sustainable city of tomorrow: a hybrid Markov–Cellular Automata modeling for urban landscape evolution in the Hanoi city (Vietnam) during 1990–2030 / T. A. Nguyen, P. M. T. Le, T. M. Pham // Environ Dev Sustain. – 2019. – Vol. 21. – pp. 429–446.

114. Nguyen, T. H. Territorial organization for ecotourism development in Hoang Lien National Park, Sapa District, Lao Cai Province / T. H. Nguyen, T. Q. H. Nguyen, T.M.H. Tran // VNU Journal of Science. Earth Sciences. – 2008. – Vol. 24. – P. 1–9.

115. Nguyen, T. X. Using remote sensing and GIS techniques for monitoring the transformation of land use in Kim Son district of Ninh Binh province from 1995 to 2001 / Nguyen T. X. // Forestry Magazine. – 2004. – Vol. 23. – P. 56–79.

116. Nguyen, Trong Cuong. Establishing mangrove forest map in 2018 in Thai Binh province from Sentinel 2 image / Trong Cuong Nguyen, Nguyen Hai Hoa, Tran Quang Bao //

Journal of Forestry Science and Technology. – 2019. – No. 9. – P. 57–66.

117. Olson, David M. The Global 200: A Representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions / David M. Olson, Eric. Dinerstein // Conservation biology: the journal of the society for conservation biology. – 1998. – Vol. 12(3). – P. 502–515.

118. Omran, E.-S. E. Detection of land-use and surface temperature change at different resolutions / E.-S. E. Omran // Journal of geographic information system. – 2012. –Vol. 04(03). – P. 189–203.

119. Organizations, tasks, policies and organization of implementation of the new 5 million ha forest planning project. Decision of the prime minister dated 29.07.1998 No. 661/QĐ-TTg. – URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/tai-nguyen-moi-truong/Quyết-dinh-661-QĐ-TTg-mục-tiêu-nhiệm-vụ-chính-sách-và-to-chức-thực-hiện-Dự-án-trong-môi-5-triệu-ha-rừng-41950.aspx> (дата обращения: 20.05.2020).

120. Otukei, J. R. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms / J. R. Otukei, T. Blaschke // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, - 2010, Vol. 12, P. S27-S31.

121. Ozturk, D. Urban Growth Simulation of Atakum (Samsun, Turkey) Using Cellular Automata-Markov Chain and Multi-Layer Perceptron-Markov Chain Models // RemoteSens. – 2015. – Vol. 7(5). – pp. 5918–5950.

122. Özelkan, E. Water Body Detection Analysis Using NDWI Indices Derived from Landsat-8 OLI / E. Özelkan // Pol. J. Environ. Stud. – 2020. – Vol. 29. – No. 2. – P. 1759–1769.

123. Hassan, M. M. Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city / M. M. Hassan, T. N. Jamileh, K. Hadi, T. Asghar, K. Mohammad // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. – 2017. – Vol. 20(1). – P. 103–116.

124. Pettorelli, N. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): Unforeseen successes in animal ecology / N. Pettorelli, S. Ryan, Mueller, T. Mueller, N. Bunnefeld, B. Jedrzejewska, M. Lima, K. Kausrud // Clim. Res. – 2011. – Vol. 46. – P.15–27.

125. Pham, Viet Hoa. Assessment of changes in the area of Mangrove Forest in Can Gio district / Viet Hoa Pham // Journal of Forestry Science and Technology. – 2012. – Vol. 4.

– 8 p.

126. Policy on payment for forest environmental services. Decree of the Government of Vietnam dated 24.09.2010 No. 99/2010/ND-CP. – URL: http://vanban.chinhphu.vn/portal/page/portal/chinhphu/hethongvanban?class_id=1&_page=1&mode=detail&document_id=96829 (дата обращения: 12.05.2019).

127. Pontius, R. G. Jr. Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions / R. G. Jr. Pontius // *Photogramm Eng Remote Sens.* – 2002. – Vol. 68(10). – pp. 1041–1050.

128. Praveen, Subedi, Kabiraj Subedi, Bina Thapa. Application of a Hybrid Cellular Automaton – Markov (CA-Markov) Model in Land-Use Change Prediction: A Case Study of Saddle Creek Drainage Basin, Florida // *Applied Ecology and Environmental Sciences.* – 2013. – Vol. 1(6). – pp. 126 – 132.

129. Publication of the list of protected areas. Decision of the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam dated 12.05.2015 No. 1107/QĐ-BTNMT.– URL: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Quy-et-dinh-1107-QĐ-BTNMT-2015-cong-bo-Danh-muc-cac-khu-bao-ton-282696.aspx> (дата обращения: 07.03.2019).

130. Regulations on land inventory statistics and mapping of current land use. Circular of the ministry of natural resources and environment Vietnam dated 14.12.2018 No. 27/2018/TT-BTNMT. – 2018. – 116 p.

131. Rokni, Komeil. Water feature extraction and change detection using multitemporal landsat imagery / Komeil Rokni, Ahmad Anuar, Ali Selamat, Hazini Sharifteh // *Remote Sens.* – 2014. – Vol. 6. – No. 5. – P. 4173–4189.

132. Rouse, J. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS / J. W. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering // In: S.C. Freden, E.P. Mercanti, and M. Becker (eds) *Third Earth Resources Technology Satellite–1 Symposium. Vol. I: Technical Presentations*, NASA SP-351, NASA, Washington D.C, 1974. – P. 309–317.

133. Sebastian, S. Land use conflict and integrated forest management in mountain areas / S. Sebastian, A. Adeniyi // *Conservation strategies for mountain forests in Africa*, Lyonia. – 2005. – Vol. 8(1). – P. 7–17.

134. Shi, R. Correlation and regression analysis / R. Shi, S. A. Conrad // *Ann Allergy Asthma Immunol.* – 2009. – Vol. 103(4). – P. S34-S41.

135. Sivanpillai, R. Rapid flood inundation mapping by differencing water indices from

pre- and post-flood Landsat images / R. Sivanpillai, K. M. Jacobs, C. M. Mattilio, Ela V. Piskorski // *Front. Earth Sci.* – 2020. – 11 pp.

136. Steyer, G. D. Monitoring vegetation response to episodic disturbance events by using multitemporal vegetation indices / G. D. Steyer, B. R. Couvillion, J. A. Barras // In: Brock, J. C.; Barras, J. A., and Williams, S. J. (eds.), *Understanding and Predicting Change in the Coastal Ecosystems of the Northern Gulf of Mexico*, *Journal of Coastal Research.* – 2013. – No. 63, – P. 118–130.

137. Su, B. D. Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze river basin, China / B. D. Su, T. Jiang, W. B. Jin // *Theor appl climatol.* – 2006. – Vol. 83. – P. 139–151.

138. Sudhir, Kumar Singh. Modelling of land use land cover change using earth observation datasets of Tons River Basin, Madhya Pradesh, India / Kumar Singh Sudhir, Basommi Laari Prosper, Sk. Mustak, Prashant K. Srivastavad, Szilárd Szabó // *Geocarto International.* – 2017. – P. 1–21.

139. Tasneem, Ahmed. Probability density functions based classification of MODIS NDVI time series data and monitoring of vegetation growth cycle / Ahmed Tasneem, Singh Dharmendra // *Advances in Space Research.* – 2020. – Vol. 66. – I. 4. – P. 873– 886.

140. Thai, Van Trung. Vietnam's tropical forest ecosystems / Van Trung Thai // *Publishing scientific and technical.* – Ho Chi Minh : 1999. – 298 p.

141. Thomson, G. Supervised versus unsupervised methods for classification of coasts and river corridors from airborne remote sensing / G. Thomson, R. M. Fuller, J. A. Eastwood // *International Journal of Remote Sensing.* – 1998. –Vol. 19. – P. 3423–3431.

142. Tomé, A. R. Piecewise linear fitting and trend changing points of climate parameters / A. R. Tomé, P. M. A. Miranda // *Geophysical research letters.* – 2004. – Vol. 31(L02207). DOI:10.1029/2003GL019100.

143. Tran, T. S. Assessment of changes in forest area in Ca Mau province / T. S. Tran // *Agriculture Magazine.* – 2018. – No. 19. – 12 pp.

144. Tran, T. T. Assessment of forestland and forest allocation in huong hoa district, Quang Tri province / T. T. Tran, H. N. Nguyen, V. C. Huynh // *Scientific journal of Hue University.* – 2019. – T. 128 – No. 3A – P. 93–105.

145. Tran, Thi Thom. Using remote sensing data and gis to establishment of forest status map at the scale of 1:10,000 / Thi Thom Tran, Pham Thanh Que // *Tap chi Khoa hoc va*

Cong nghe Lam nghiep. – 2014. – Vol. 4. – P. 161–168.

146. Tran, Tuan Anh. Monitoring mangrove ecosystem in Xuan Thuy national park using remote sensing and GIS techniques // Tuan Anh Tran, Canh Le Xuan. Hoi nghi khoa hoc toan quoc ve sinh thai va tai nguyen sinh vat lan thu 6. – 2016. – P. 1802–1806.

147. Tuomenvirta, H. Trends in Nordic and Arctic Temperature Extremes and Ranges / H. Tuomenvirta, H. Alexandersson, A. Drebs, P. O. Nordli // Journal of climate. – 1994. – Vol. 13. – P. 977–990.

148. Viet Nature Conservation Center: Cultural and historical area of Nui Ba Ra. – URL:<https://thiennhienviet.org.vn/sourcebook/pdf/Tay%20nguyen/Nui%20Ba%20Ra.pdf> (дата обращения: 11.10.2019). – Текст: электронный.

149. Vu, D. Q. Diversity of vascular plants in Xuan Lien nature reserve, Thanh Hoa province / D. Q. Vu, D. T. Xuyen, N. K. Khoi // Sixth National Conference on Ecology and Biological Resources. – 2015. – P. 1006–1012.

150. Wang, S. Land use change and prediction in the Baimahe Basin using GIS and CA-Markov model / S. Wang, Z. Zhang, X. Wang // IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. – 2014. – 17 p.

151. Yousheng, W. Dynamic simulation of land use change in Jihe watershed based on CA-Markov model / W. Yousheng, Y. Xinxiao, H. Kangning, L. Qingyun, Z. Yousong, S. Siming // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2011. – Vol. 27(12). – P. 330–336.

152. Zhang, J. GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China / J. Zhang, Y. Su, J. Wu, H. Liang // Comput. Electron. Agric. – 2015. – Vol. 114. – P. 202–211.

153. Zhanmang, Liao. Modified enhanced vegetation index for reducing topographic effects / Liao Zhanmang, Binbin He, Xingwen Quan // Applied Remote Sensing. – 2015. – Vol. 9(1). – 21 p.

154. Zhrepanov, A. S. Vegetation indices / A. S. Cherepanov, E. G. Druzhinina // Geomatics. – 2011. – No. 2. – P. 98–02.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А Свидетельство о государственной регистрации
программы для ЭВМ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021613898

Программа по прогнозу состояния земельных угодий

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Данг Тхи Лан Ань (VN), Рагузин Иван Игоревич (RU), Ковязин Василий Фёдорович (RU)*

Заявка № **2021612683**

Дата поступления **05 марта 2021 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **16 марта 2021 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

документ подписан электронной подписью
Сертификат безопасности информации: 1A079A4A2F58E42E7A118
Владелец: **Ильин Григорий Петрович**
Действителен с 15.01.2021 по 15.01.2025

Г.П. Ильин