

На правах рукописи

Никитина Юлия Григорьевна



Геоинформационное ландшафтно-экологическое картографирование  
для управления природоохранными территориями  
(на примере Прибайкальского национального парка)

25.00.33 – Картография

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Новосибирск – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор  
Пластинин Леонид Александрович.

Официальные оппоненты:

Бешенцев Андрей Николаевич, доктор географических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией геоинформационных систем;

Комиссарова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», доцент кафедры картографии и геоинформатики.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (г. Иркутск).

Защита состоится 15 февраля 2018 г. в 16-00 час. на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»: <http://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/nikitina-yulia-g/>

Автореферат разослан 25 декабря 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Дубровский А. В.

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.  
Подписано в печать 11.12.2017. Формат 60 × 84 1/16.  
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 183.  
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск, Плахотного, 10.  
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Актуальность темы исследования.* В последнее время антропогенному воздействию (АВ) на ландшафты уделяется значительное внимание. Картографические исследования и проекты по оценке экологического состояния природной среды имеют большое значение для реализации государственных программ по охране окружающей среды, в том числе и в Иркутской области (госпрограмма «Охрана окружающей среды» на 2014–2020 гг.). Обозначенные задачи требуют научно-технического и технологического обеспечения разработки и совершенствования методики геоинформационного ландшафтно-экологического картографирования АВ на особо охраняемые природные территории (ООПТ), учитывающей комплексное использование разнородных исходных материалов и данных. Отличительной чертой картографирования ООПТ от других типов территорий является ограниченное число факторов АВ на ландшафты, которое заранее может быть определено и учтено при создании ландшафтно-экологических карт (ЛЭК).

Разработка методики и технологической схемы создания ЛЭК АВ на ООПТ позволит значительно улучшить управление рациональным природопользованием в природоохранных территориях, что и определило актуальность выбранного исследования.

*Степень разработанности темы.* Методы дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса представлены в работах многих учёных: Верещака Т. В., Книжникова Ю. Ф., Кравцовой В. И., Лабутиной И. А., Пластинина Л. А., Савиных В. П., Richards John A., Xiuping Jia и др. Большой вклад в развитие методологии геоинформационного картографирования внесли Берлянт А. М., Бешенцев А. Н., Капралов Е. Г., Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Лурье И. К., Тикунов В. С., Goodchild M. E. и др. Базовые основы теории и практических методов экологического картографирования разработали: Батуев А. Р., Верещака Т. В., Востокова Е. А., Исаченко А. Г., Калих-

ман Т. П., Касимов Н. С., Кочуров Б. И., Марчуков В. С., Пластинин Л. А., Сладкопевцев С. А., Стурман В. И., Carré J., Ozenda P. и др.

*Цели и задачи исследования.* Целью исследования является разработка методики и технологической схемы создания ландшафтно-экологических карт антропогенного воздействия на особо охраняемые природные территории для эффективного управления ими.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

- выполнить анализ состояния и проблем ландшафтно-экологического картографирования, основанный на изучении методологии картографического отображения границ ландшафтов и АВ на природоохранные территории;
- разработать методику создания ЛЭК АВ на ООПТ с учетом применения разнородных картографических материалов;
- разработать технологическую схему создания ЛЭК АВ на ООПТ с использованием геоинформационных систем (ГИС) и ДЗЗ из космоса;
- создать серию ЛЭК АВ на ООПТ для информационного обеспечения управления ООПТ и апробировать их на территории Прибайкальского национального парка (ПНП).

*Объект и предмет исследования.* Объект исследования – геоинформационное ландшафтно-экологическое картографирование АВ на ООПТ. Предмет исследования – методика и технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ.

*Научная новизна* результатов исследований представлена решением следующих задач:

- разработана методика создания ЛЭК АВ на ООПТ, позволяющая учитывать разнородные типы исходных материалов, комплексное использование которых формирует картографическую и тематическую основы на принципах генерализации;
- предложена технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ с использованием ГИС и ДЗЗ из космоса, объединяющая функциональные возмож-

ности ГИС-анализа, операции автоматизированной обработки космических снимков и картографического моделирования изменённости растительности;

– выявлены новые возможности спектральной обработки космических снимков в создании ЛЭК АВ на ООПТ, позволяющие количественно и объективно оценивать динамику растительности;

– составлены авторские оригиналы ЛЭК АВ территории ПНП как инструменты информационной поддержки задачи управления ООПТ.

*Теоретическая и практическая значимость работы.* Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии научно-методологических основ и технологий геоинформационного ландшафтно-экологического картографирования АВ на ООПТ.

*Практическая значимость.* Разработанные ЛЭК АВ на ООПТ могут быть использованы: в целях мониторинга территорий и управления их рекреационной и природоохранной деятельностью; как геоинформационная основа для научно-практических исследований на ООПТ; в образовательных целях в вузах и школах в области географии, экологии, охраны природы и краеведения; для широкого круга пользователей в качестве научно-справочного пособия.

*Методология и методы исследования.* Методология и методы исследования базируются на использовании системного и комплексного подходов в картографическом моделировании АВ на ландшафты. В работе применялись комплексные методы визуального и автоматизированного дешифрирования космических снимков, технологии геоинформационного картографирования, основанные на теоретико-методологической базе и эмпирическом опыте экологического картографирования российских и зарубежных учёных.

Обработка дистанционных материалов, составление цифровых слоев карт, оформление и компоновка карт выполнены в программных комплексах (ПК) ENVI, MapInfo Professional, Corel Draw.

*Положения, выносимые на защиту:*

– методика создания ЛЭК АВ на ООПТ разработана на основе применения разнородных картографических материалов и позволяет выбирать техноло-

гическую схему создания карт экологического пространственно-временного состояния растительности в ландшафтных выделах, отвечающую интеграционным требованиям ГИС и ДЗЗ из космоса;

– технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ основана на интеграции функциональных возможностей ГИС-анализа, картографического отображения и автоматизированной обработки данных ДЗЗ из космоса, что позволяет создать ЛЭК АВ на ООПТ для эффективного управления;

– серия ЛЭК АВ на ООПТ является базовым геоинформационным материалом для управления и оптимального развития рекреационного и природоохранного потенциалов ООПТ.

*Соответствие диссертации паспорту научной специальности.* Диссертация соответствует областям исследования: 9 – Геоинформационное картографирование и компьютерные технологии; 10 – Тематическое дешифрирование и методы дистанционного (аэрокосмического) зондирования паспорта научной специальности 25.00.33 – Картография, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки Российской Федерации.

*Степень достоверности и апробация результатов исследования.* Основные положения диссертационной работы докладывались на Международной научно-практической конференции «Тункинскому национальному парку – 20 лет; природоохранная деятельность в современном обществе» (с. Кырен, Республика Бурятия, 2011 г.); на XVII Международном симпозиуме им. академика Усова М. А. студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, 2013 г.); на VII школе-семинаре молодых учёных России «Проблемы устойчивого развития региона» (г. Улан-Удэ, 2013 г.); на ежегодных Международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь – 2013–2015, 2017 гг.» (г. Новосибирск, 2013–2015, 2017 гг.); на XVIII–XIX конференциях молодых географов Сибири и Дальнего Востока с элементами научной школы (г. Иркутск, 2014, 2017 гг.); на I–II Всероссийских молодёжных научно-практических школах-конференциях «Науки о Земле. Современное состояние»

(пос. Шира, 2013–2014 гг.); на конференции молодых учёных «Современные проблемы геохимии» (г. Иркутск, 2013 г.); на молодёжной школе-семинаре «Дистанционное зондирование Земли из космоса: алгоритмы, технологии, данные» (г. Барнаул, 2013 г.); на Международной научно-технической конференции «Геодезия, картография, кадастр – современность и перспективы» (г. Москва, 2014 г.); на XV Совещании географов Сибири и Дальнего Востока «Географические, социально-экономические, экологические и этнокультурные факторы развития восточных территорий России» (г. Улан-Удэ, 2015 г.); на IX–X научных конференциях по тематической картографии (г. Иркутск, 2010; 2015 гг.).

Итоги исследований регулярно сообщались на научно-технических семинарах кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» ИРНТУ и в работах, опубликованных автором по теме диссертации.

*Публикации по теме диссертации.* Основные теоретические положения и результаты исследований представлены в 16 научных статьях; в том числе четыре опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание учёной степени кандидата наук.

*Структура диссертации.* Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы, включающего 166 наименований. Работа изложена на 168 страницах машинописного текста, включает 55 рисунков, 15 таблиц, 3 приложения.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* представлены актуальность темы, цель, задачи и методы исследования, обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимости результатов исследования и их апробация, изложен личный вклад автора, описана структура диссертации.

В *первом разделе* рассмотрены методологические основы ландшафтно-экологического картографирования АВ на ООПТ.

Ландшафтно-экологическое картографирование является одной из новых разновидностей комплексного экологического (геоэкологического) картографирования и составляет синтез традиционного ландшафтного и современного экологического картографирования.

АВ на ландшафты занимает центральное место в ландшафтно-экологическом картографировании, особенно актуально в вопросах управления природоохранными территориями. Самые острые проблемы касаются, главным образом, одной из наиболее посещаемых, легкодоступных и освоенных ООПТ Иркутской области – ПНП.

В системе классификации экологических карт по тематике содержания, согласно рисунку 1, ЛЭК считаются разновидностью комплексных экологических карт. По функциональному назначению ЛЭК относятся к инвентаризационно-оценочным, а по целевому значению подходят как для научно-исследовательских работ природоохранной направленности, так и для практической природоохранной деятельности, а также для экологического просвещения, образования и воспитания.



Рисунок 1 – Место ландшафтно-экологических карт в системе классификации экологических карт по тематике содержания

Природные ландшафты и их границы характеризуются пространственной и временной изменчивостью свойств. Конфигурация и состояние ландшафтов напрямую зависят от динамических свойств его компонентов и внешних факторов. Поэтому правильное отображение рисунка и свойств границ ландшафтов – важная методологическая задача для тематической картографии.

Последовательность создания ЛЭК АВ (рисунок 2) формируется сложным многоступенчатым воздействием внешних факторов на ландшафты.

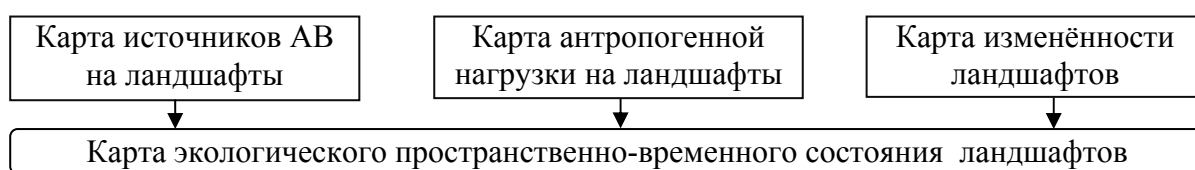


Рисунок 2 – Схема создания ландшафтно-экологических карт антропогенного воздействия

Начальным звеном являются источники АВ, оказывающие негативное или позитивное влияние в виде нагрузки на ландшафты. В результате любого воздействия в ландшафтах относительно их индивидуальной устойчивости возникают ответные реакции: в виде различных изменений в структуре, составе и природных связях ландшафтов. Эти реакции объединены общим понятием «изменённость ландшафта» – совокупность результатов благоприятных и неблагоприятных изменений в ландшафте. В зависимости от степени изменённости формируется экологическое или пространственно-временное состояние ландшафтов.

Разнообразие типов, видов и форм АВ на ландшафты определяет выбор приёмов, принципов, тематик и способов их картографической интерпретации. Ландшафтно-экологическое картографирование основано на пространственно-временном анализе динамики растительного покрова как главного индикатора АВ на ландшафты ООПТ (рисунок 3).

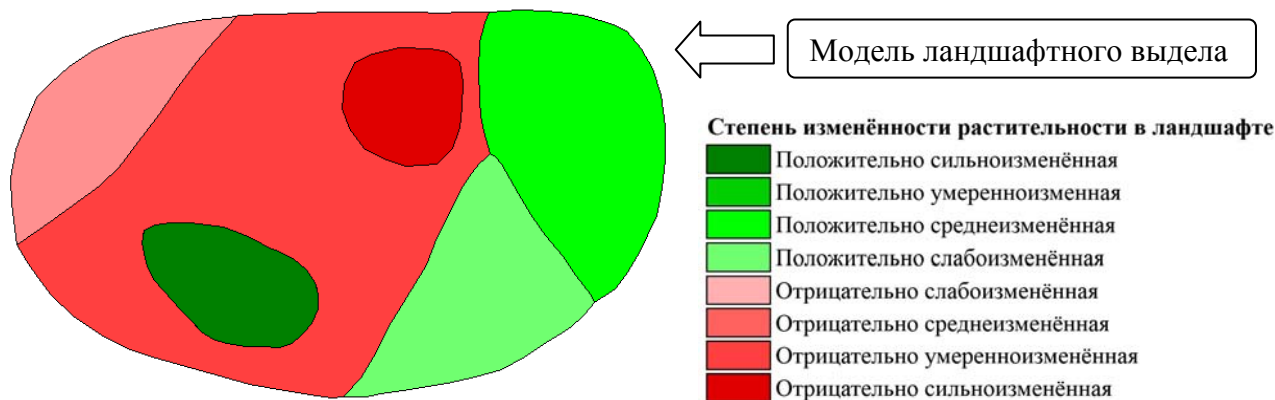


Рисунок 3 – Моделирование динамики изменённости растительности  
в ландшафтном выделе

Во *втором разделе* описаны исходные материалы, содержание, методы и приёмы составления ЛЭК АВ на ООПТ.

Для достоверной и всесторонней оценки АВ на ООПТ и экологического состояния ландшафтов требуется привлечение широкого набора исходных материалов, который включает почти все виды, типы и способы их получения, обобщённая типизация которых приведена в диссертации. Наиболее ценными считаются первичные исходные материалы, полученные дистанционными и полевыми методами, за ними – вторичные (уже имевшие некоторую обработку) – картографические и документальные.

Основными исходными материалами для исследования послужили многозональные космические снимки спутников Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Landsat 8 OLI на территорию ПНП за ряд лет (1995–2015 гг.), за июль, так как именно к этому периоду наблюдается максимальная вегетация растений. Временной ряд выбранных сцен был разделен на периоды в 5–7 лет, в том числе 1995–2002 гг., 2002–2009 гг., 2009–2015 гг.

Методика создания ЛЭК разработана на использовании разнородных типов картографических материалов, комплексное отображение ландшафтных условий и источников АВ методики позволяет представить полную картографическую модель для оценки экологического состояния ландшафтов.

Картографическая основа ЛЭК является пространственным каркасом для привязки объектов тематического содержания ЛЭК, включающей ландшафтную основу, объекты экологического состояния и динамики экологических условий. Картографическая основа ЛЭК АВ складывается из элементов топографической карты и типов природных комплексов ландшафтной карты. Топографические элементы образуют слои рельефа, гидрографии, административных границ, типы ландшафтов – слой природных ландшафтов. Населённые пункты, дорожную сеть, промышленные объекты, линии электропередачи и связи логичнее отнести к тематическому содержанию.

Характеристики поверхностных природных элементов, их пространственное размещение получают посредством полевых (наземных), дистанционных и картографических, а также документальных методов.

Систематизация и характеристика исходных картографических материалов для тематического содержания ЛЭК зависят от их геометрических свойств, формализованного вида, периода обновления, возможности их пространственной привязки. Разделение исходной информации по заданным критериям позволяет составителям ЛЭК осуществлять отбор, упорядочивание и использование данных. Информационная ёмкость разновременных многозональных космических снимков при их визуальном дешифрировании предоставляет широкие возможности для объективного и всестороннего изучения АВ на ландшафты и их компоненты.

Разработка тематического содержания ЛЭК и её легенды, составленных на основе комплексного анализа и обработки исходных материалов, представляет собой систематизированное группирование ландшафтов по степени изменённости растительности и соответствующих типов АВ на ООПТ. Такой подход способствует полноценному отображению и восприятию ландшафтной структуры территории во взаимосвязи с типами хозяйственной деятельности человека и экологическим состоянием ландшафтов.

Главными факторами генерализации тематического содержания ЛЭК АВ на ООПТ являются масштаб, тематика и назначение карты, а при использовании космических материалов определяющим критерием отбора при дешифрировании снимков выступает пространственное разрешение.

В *третьем разделе* раскрыты разработанная технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ, автоматизированное дешифрирование космических снимков, структура, состав атрибутивных таблиц базы данных (БД), ГИС-анализ и геоинформационное моделирование изменённости растительности в ландшафтах.

Технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ (рисунок 4) основана на применении и обработке материалов, полученных различными методами. Особенности технологической схемы заключаются в подробном представлении блока геоинформационной обработки и автоматизированного дешифрирования растительности по разновременным космическим снимкам (выделено цветами), что во многих технологиях показано укрупнённо и кратко.

Методика дешифрирования и технологические этапы обработки материалов ДЗЗ из космоса, включающие ряд операций предварительной и тематической обработки, проводились в программном комплексе ENVI 5.2.

*Предварительная обработка космических снимков* состоит из радиометрической калибровки, атмосферной коррекции, создания масок при необходимости и улучшающих яркостных преобразований (контрастирование, синтезирование, построение разновременных композитов).

*Тематическая обработка данных ДЗЗ* предполагает визуальное и автоматизированное дешифрирование космических снимков.

При визуальном дешифрировании синтезированных снимков и разновременных композитов хорошо определяются контуры лесных вырубок, гарей и дымовых шлейфов, пахотных земель, карьеров, сетей дорог и населённых пунктов и т. д., что позволяет проследить их динамику.

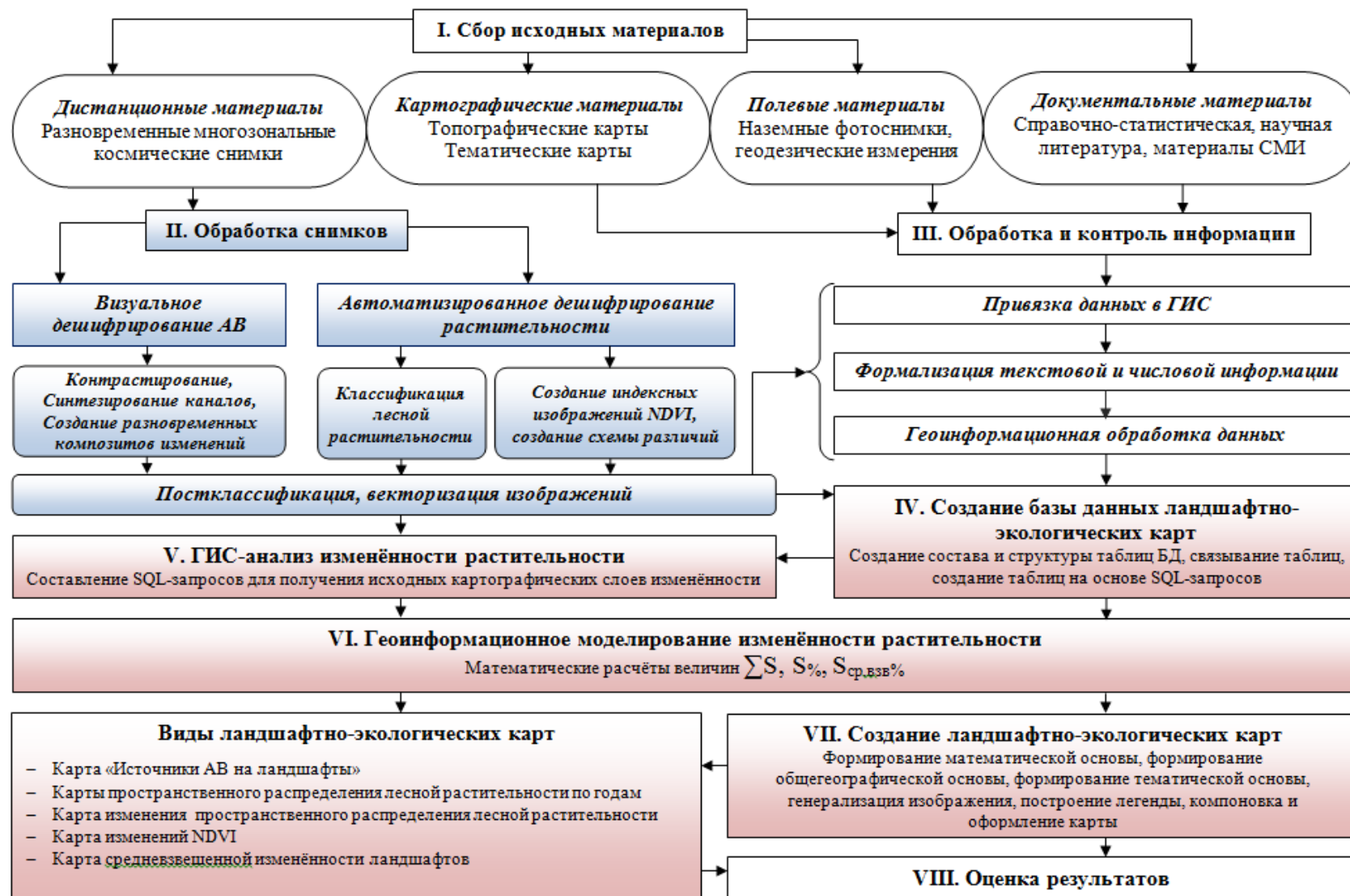


Рисунок 4 – Общая технологическая схема создания ландшафтно-экологических карт антропогенного воздействия с использованием ГИС и ДЗЗ

Известно, что заметным изменениям наиболее подвержены физиономические и динамические компоненты ландшафта, в первую очередь растительный покров. В связи с этим для целей геоинформационного моделирования представлены две ветви спектральной обработки космических снимков при автоматизированном дешифрировании растительности.

Ветвь А: на основе вегетационных индексных изображений (NDVI) за 1995, 2002, 2009, 2015 гг. на экспериментальные участки Приольхонья и острова Ольхон были созданы схемы различий (Change Detection), выраженные в дробных числах между значениями от минус 1 до плюс 1, разбитых на девять классов изменений (таблица 1).

Таблица 1 – Интервалы значений для классов различий

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6	Класс 7	Класс 8	Класс 9
$> 0,5$	$0,3-0,5$	$0,1-0,3$	$0-0,1$	0	$0-(-0,1)$	$(-0,1)-(-0,3)$	$(-0,3)-(-0,5)$	$< (-0,5)$

Ветвь Б: вторая ветвь выделяет слои лесной растительности по синтезированным изображениям снимков за указанные годы с использованием классификации изображения с обучением (способ максимального правдоподобия). При этом были выделены три типа поверхностей: участки лесной растительности; участки без лесной растительности; водные объекты.

После постклассификации и послойной векторизации всех классов изменений NDVI и типов поверхностей готовые векторные слои были экспортированы в ГИС MapInfo Professional для геоинформационной обработки.

Этот этап ландшафтно-экологического картографирования основан на *создании БД ЛЭК АВ на ООПТ* для совместного хранения и обработки данных, полученных разными методами из нескольких исходных материалов. Схема состава и структуры таблиц геоинформационной БД ЛЭК АВ на ООПТ приведена в диссертации, её фрагмент – на рисунке 5.

*ГИС-анализ* является продолжением обработки пространственных данных растительности по направлениям А и Б.

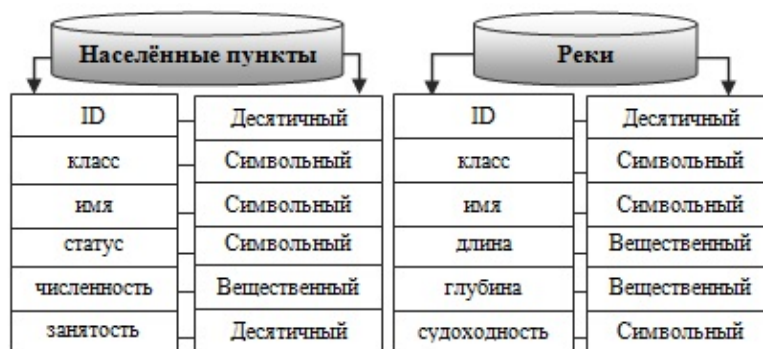


Рисунок 5 – Фрагмент схемы состава и структуры таблиц геоинформационной БД ЛЭК АВ на ООПТ

Так, например, для ветви А, выполняя функцию объединения слоёв (пересечения), можно сделать выборку на определение состава классов изменений NDVI в каждом ландшафтном выделе, а выполняя арифметические и геометрические функции, можно получить количественные показатели сумм площадей всех классов изменений для каждого ландшафтного выдела.

На основе полученных результатов осуществляется *геоинформационное моделирование* изменённости растительного покрова ландшафтных выделов.

Для этого, применяя принцип общей арифметической середины, рассчитывается процентное отношение площадей каждого класса изменений в структуре всех ландшафтных единиц. Далее в каждом ландшафте вычисляется средневзвешенное значение процента изменённости растительности в ландшафтном выделе (среднее арифметическое значение, в котором учтены веса значимости каждого из чисел).

В ветви Б для количественного и пространственного распределения лесной растительности острова Ольхон за выбранные временные периоды в ГИС MapInfo слои лесной растительности разрезаны по ячейкам размером 1 км<sup>2</sup> с построением точек интерполяции в центрах ячеек. В результате была получена точечная регулярная сетка, в которой для каждой точки регулярной сетки разновременных слоёв лесной растительности острова Ольхон были рассчитаны суммы площадей полигонов лесной растительности, коэффициенты процентного отношения площади лесной растительности внутри каждой ячейки, а также изменение этих коэффициентов за интервал времени.

Характеристика вычислений, используемые формулы, результаты моделирования подробно изложены в диссертационной работе.

В *четвёртом разделе* реализована методика и технологическая схема создания ЛЭК АВ на территорию ПНП, по итогам комплексного сбора и обработки исходных материалов сформирована БД ландшафтно-экологической характеристики ПНП и разработана инвентаризационная карта и серия аналитических цифровых карт.

Карты созданы в картографической проекции долгота/широта на эллипсоиде WGS 84 в масштабах:

- 1 : 750 000 – карта «Антропогенное воздействие на ландшафты Прибайкальского национального парка» (рисунки 6, 7);
- 1 : 1 200 000 – серия аналитических карт Приольхонья (рисунок 8);
- 1 : 500 000 – серия аналитических карт острова Ольхон (рисунки 9, 10).

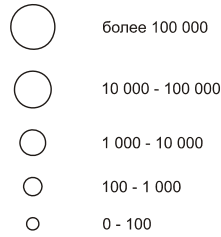


Рисунок 6 – Фрагмент карты «Антропогенное воздействие на ландшафты Прибайкальского национального парка»

## Антропогенное воздействие на природные ландшафты

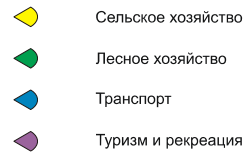
### Селитебное воздействие

Населённые пункты по числу жителей и типу



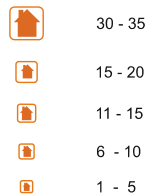
**ШЕЛЕХОВ** Города  
**ХУЖИР** Посёлки городского типа  
*Сарма* Посёлки сельского типа

### Отраслевая структура населённых пунктов

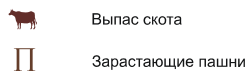


### Рекреационное воздействие

Количество турбаз

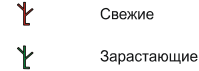


### Сельскохозяйственное воздействие



### Лесохозяйственное воздействие

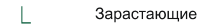
Участки горелого леса площадью менее 1,5 кв. км



Участки горелого леса площадью 1,5 кв. км и более

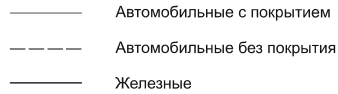


### Вырубки

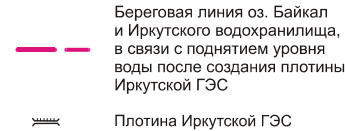


### Транспортное воздействие

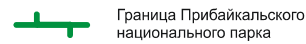
#### Дороги



### Водохозяйственное воздействие



### Природоохранное воздействие



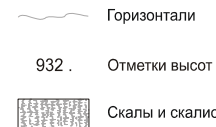
### Байкальская природная территория



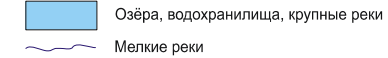
Условный знак	Наименование ландшафта	Типы антропогенного воздействия
<b>Североазиатские гольцовые и таёжные</b>		
<b>Гольцовые и верхнетаёжные Байкало-Джугджурские и Восточноаянские</b>		
	Гольцовые тундровые и альпийские, подгольцовые кустарниковые, лиственнично-редколесные, каменноберезовые и темнохвойно-редколесные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Природоохранное
<b>Горнотаёжные Байкало-Джугджурские</b>		
	Горнотаёжные лиственничные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Лесохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
<b>Горнотаёжные Южно-Сибирские</b>		
	Горнотаёжные тёмнохвойные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Лесохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
	Подгорные и межгорных понижений таёжные тёмнохвойные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Лесохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
	Горнотаёжные сосновые	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Лесохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
	Подгорные подтаёжные сосновые и лиственнично-сосновые	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Лесохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
<b>Центрально-азиатские степные</b>		
<b>Горные западнобайкальские даурского типа</b>		
	Горно-степные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Сельскохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное
	Подгорные межгорных понижений и долин степные	Рекреационно-туристическое, в т.ч. охота, сбор дикоросов*. Сельскохозяйственное. Селитебное. Транспортное. Природоохранное

### Общегеографические элементы

#### Рельеф



#### Гидрография



#### Административные границы

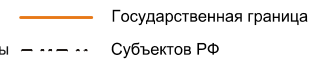
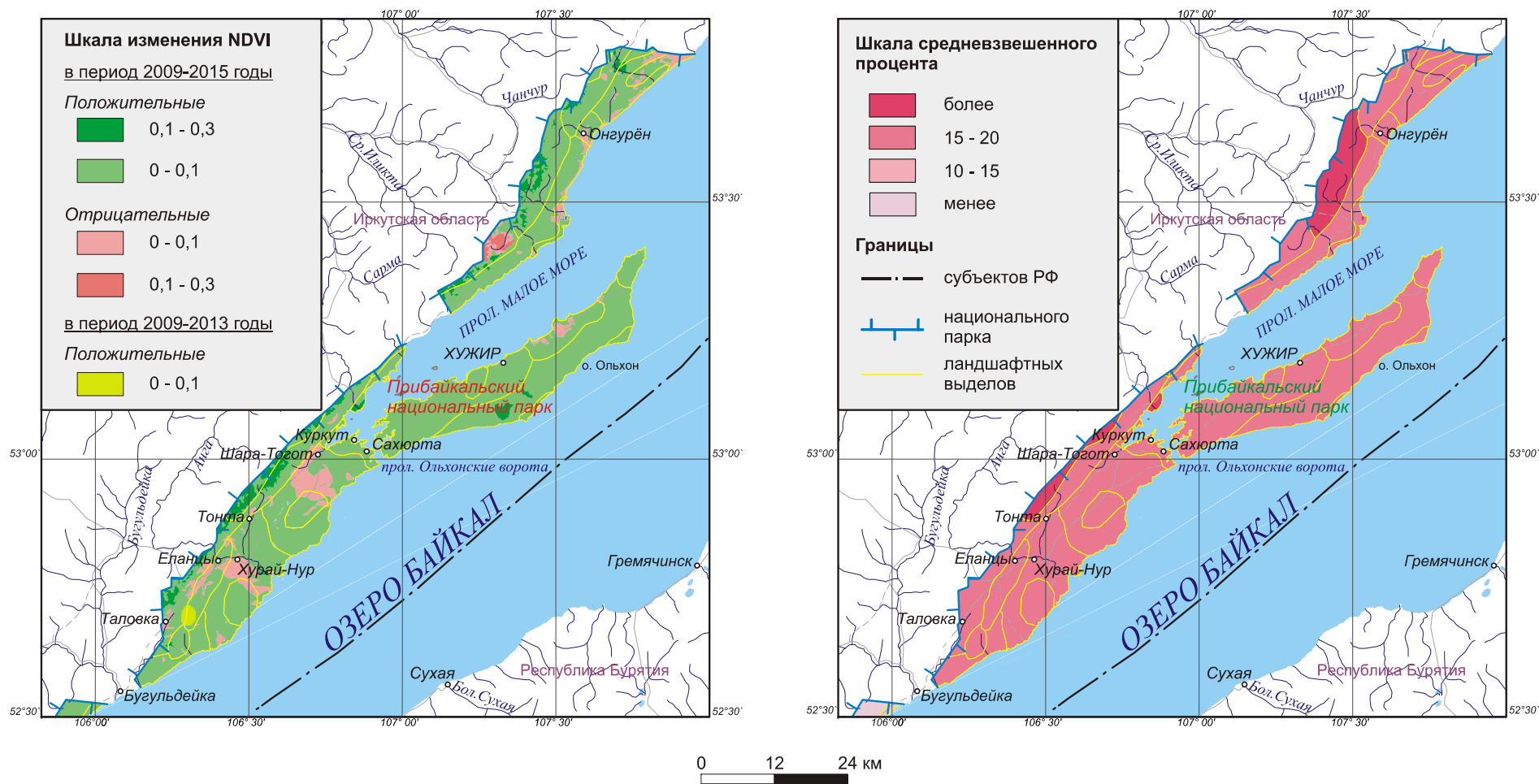


Рисунок 7 – Легенда карты «Антропогенное воздействие на ландшафты Прибайкальского национального парка»



а)

б)

Рисунок 8 – Серия аналитических карт за период 2009–2015 гг.: а) карта изменений NDVI в ландшафтах Приольхонья и острова Ольхон; б) карта средневзвешенных значений процента изменённости ландшафтов Приольхонья и острова Ольхон

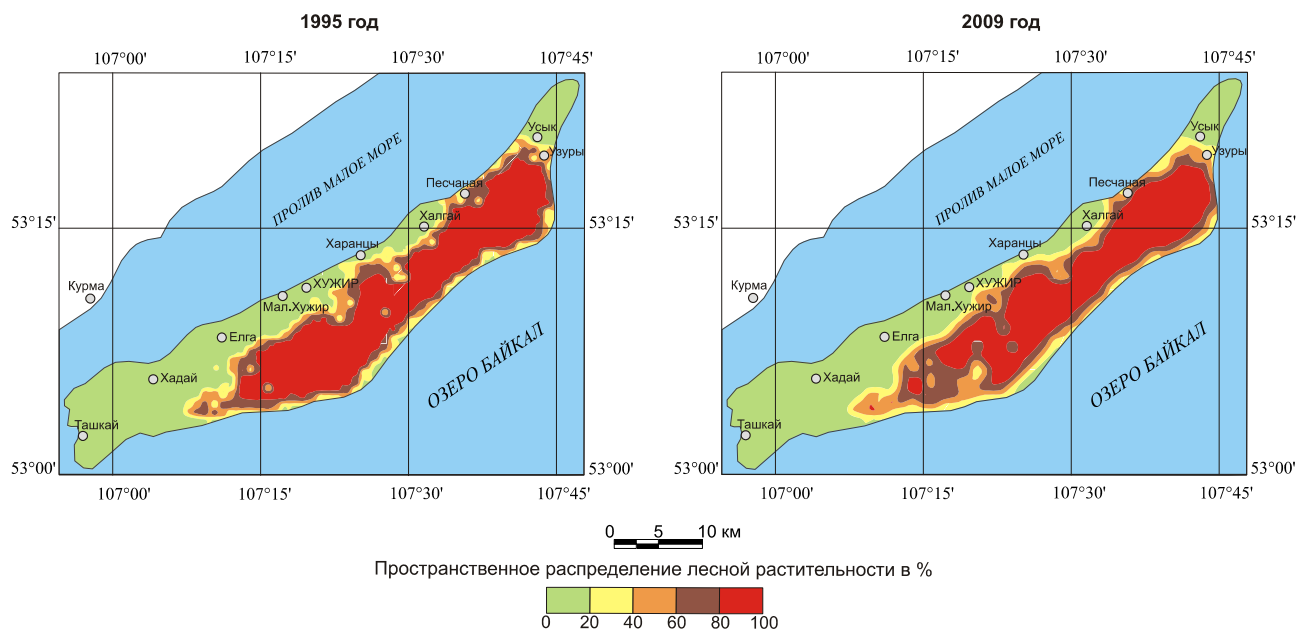


Рисунок 9 – Карты пространственного распределения лесной растительности острова Ольхон

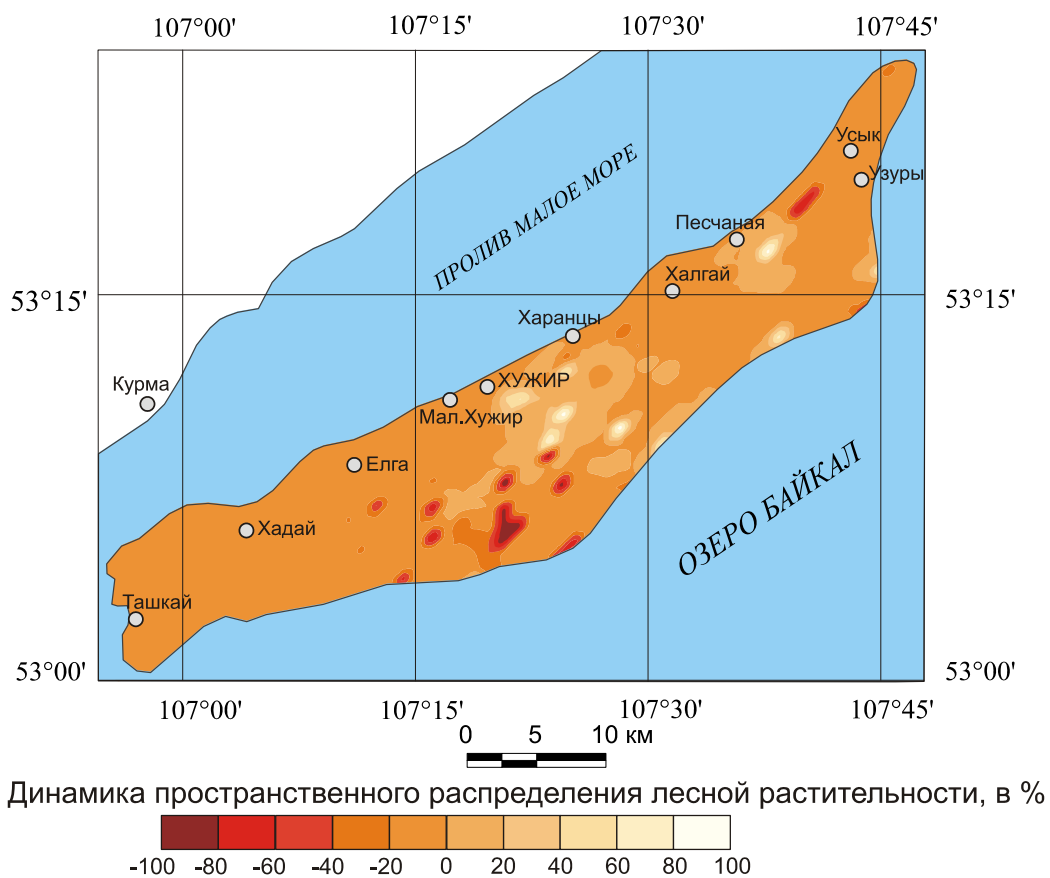


Рисунок 10 – Карта динамики пространственного распределения лесной растительности острова Ольхон в период 1995–2009 гг.

При составлении картографических основ карт из цифровой топографической карты масштаба 1 : 1 000 000 использованы слои рельефа, гидрографии, административных границ, для аналитических карт – слои населённых пунктов, дорог. Тематические основы карт представлены границами ПНП, ландшафтов, экологических зон Байкальской природной территории (БПТ), различными типами АВ, аналитическими показателями.

Для карт разработано содержание легенд, особенностями которых являются группировка ландшафтов и АВ по типам природопользования и отображение количественных показателей в виде шкал значений. Согласно теории картографической семиотики система условных обозначений выполнена с учетом состава и структуры легенды комплексных географических карт и представлена тематическим и общегеографическим блоками.

Карта «Антропогенное воздействие на ландшафты Прибайкальского национального парка» дополнена картой-врезкой, дающей представление о географическом положении ПНП и БПТ в Байкальском регионе. Условные обозначения карты-врезки полностью соответствуют условным обозначениям основной карты.

Значение ЛЭК АВ на ООПТ определяется тем, что они могут использоваться в целях мониторинга ООПТ и управления их рекреационной и природоохранной деятельностью, при постановке научных исследований в ПНП, для образовательных целей на территориях Иркутской области и Республики Бурятия.

Так, карта «Антропогенное воздействие на ландшафты Прибайкальского национального парка» способствует решению задач:

- инвентаризации источников АВ на ландшафты ПНП и получении справочной информации об экологическом состоянии территории;
- характеристике факторов АВ, формирующих экологический фон территории, их пространственного распределения, состава и их сочетания.

С помощью карт «Изменённости NDVI в ландшафтах Приольхонья и острова Ольхон» и «Средневзвешенных значений процента изменённости ландшафтов Приольхонья и острова Ольхон» (см. рисунок 8; другие периоды пока-

заны в диссертационной работе) и карт пространственного изменения лесной растительности острова Ольхон (см. рисунки 9, 10) установлена пространственно-временная и количественно-временная динамика лесной растительности и средневзвешенной изменённости ландшафтов Приольхонья и острова Ольхон. Разработанные карты дают представление о скорости и степени изменённости ландшафтов ПНП, позволяющие проводить регулирование и управление природоохранными мероприятиями в парке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения диссертационного исследования достигнута основная его цель: разработана методика и технологическая схема создания ландшафтно-экологических карт антропогенного воздействия на особо охраняемые природные территории для их управления.

Итоги диссертационного исследования:

- проанализированы состояние и проблемы ландшафтно-экологического картографирования как ключевого направления комплексного экологического картографирования. При этом описан существующий опыт изучения методологии картографического отображения границ ландшафтов и типизации АВ, которые были положены в разработку научно-методических основ создания ЛЭК АВ на природоохранные территории;
- разработана методика создания ЛЭК АВ на ООПТ, представляющая совокупность методов сбора и обработки разнородных картографических материалов, которая позволяет выбирать оптимальный вариант картографической и тематической основы на принципах генерализации. Большое значение при ландшафтно-экологическом картографировании имеют разновременные данные космических съемок как объективный способ исследования динамики растительного покрова;
- разработана технологическая схема создания ЛЭК АВ на ООПТ с использованием данных ГИС и ДЗЗ, которая позволяет получить картографические модели экологических ситуаций – изменённости NDVI в ландшафтах и

средневзвешенной изменённости ландшафтов, изменения пространственного распределения лесной растительности;

– создана и апробирована на территории ПНП серия ЛЭК АВ для информационной поддержки задач управления ООПТ, в том числе для обеспечения инвентаризационной и оценочными картами природоохранной и рекреационной деятельности.

Таким образом, перспективы геоинформационного ландшафтно-экологического картографирования АВ связаны с совершенствованием организации и внедрением в развитие природоохранной и рекреационной деятельности на ООПТ экологического туризма, а также с разработкой и созданием экологических ГИС в сферах управления, науки и образования.

#### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Никитина, Ю. Г. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам (на примере острова Ольхон) [Текст] / Ю. Г. Никитина, Б. Н. Олзоев // Вестник ИрГТУ. – 2014. – № 2. – С. 67–74.

2 Никитина, Ю. Г. Картографирование источников антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке с использованием ГИС и ДЗЗ из космоса [Текст] / Ю. Г. Никитина // Вестник ИрГТУ. – 2015. – № 4. – С. 76–82.

3 Никитина, Ю. Г. Разработка содержания карты антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка [Текст] / Ю. Г. Никитина, Б. Н. Олзоев, Л. А. Пластинин // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2015. – № 5/С. – С. 211–217.

4 Никитина, Ю. Г. Картографическое отображение структуры ландшафтов о. Ольхон и Приольхонья по разновременным космическим снимкам Landsat [Текст] / Ю. Г. Никитина, Б. Н. Олзоев // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 103–117.

5 Шевчук, Ю. Г. Географические границы и граничные образования на ландшафтно-экологической карте Тункинского национального парка [Текст] / Ю. Г. Шевчук // Тункинскому национальному парку – 20 лет; природоохранная

деятельность в современном обществе : материалы Междунар. научно-практ. конф. – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2011. – С. 212–214.

6 Шевчук, Ю. Г. К проблеме географических границ природных образований [Текст] / Ю. Г. Шевчук // География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования : материалы Междунар. научно-практ. конф. – Красноярск : Изд-во КГПУ, 2011. – Т. 1. – С. 271–273.

7 Никитина, Ю. Г. Современное состояние функционирования особо охраняемых природных территорий Западного Прибайкалья [Электронный ресурс] / Ю. Г. Никитина // Электронный Междунар. научно-исследоват. журн. Сер. Науки о Земле. – Режим доступа : <http://research-journal.org/earth/sovremennoe-sostoyanie-funkcionirovaniya-osobo-oxranyaemyx-prirodnux-territorij-zapadnogo-pribajkalya>.

8 Никитина, Ю. Г. Космические методы исследования антропогенных трансформаций ландшафтов [Текст] / Ю. Г. Никитина // Проблемы геологии и освоения недр : труды XVII Междунар. симп. им. акад. М. А. Усова. – Томск : Изд-во ТПУ, 2013. – Т. 2. – С. 581–582.

9 Олзоев, Б. Н. Статистический анализ состояния растительности по результатам обработки мультиспектральных изображений разновременных космических снимков [Текст] / Б. Н. Олзоев, Ю. Г. Никитина // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 41–45.

10 Никитина, Ю. Г. Использование космических снимков в изучении антропогенных трансформаций ландшафтов особо охраняемых природных территорий Прибайкалья [Текст] / Ю. Г. Никитина // Проблемы устойчивого развития региона : материалы VII школы-семинара молод. учён. России. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – С. 137–140.

11 Никитина, Ю. Г. Использование космических и ГИС-технологий при тематическом картографировании антропогенного воздействия на лесную растительность ООПТ Прибайкалья [Текст] / Ю. Г. Никитина // Дистанционное

зондирование Земли из космоса: алгоритмы, технологии, данные : материалы молодёжной школы-семинара. – Барнаул : АЗБУКА, 2013. – С. 54–59.

12 Олзоев, Б. Н. Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия с использованием разновременных космических снимков на примере Прибайкальского национального парка [Текст] / Б. Н. Олзоев, Ю. Г. Никитина // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 237–242.

13 Никитина, Ю. Г. Отображение на космических снимках антропогенного воздействия на ландшафты и способы его картографирования [Текст] / Ю. Г. Никитина // Науки о Земле. Современное состояние : материалы II Всерос. молодёжной научно-практ. школы-конф. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2014. – С. 283–285.

14 Никитина, Ю. Г. Исходные картографические материалы при создании карт антропогенного воздействия на ландшафты [Текст] / Ю. Г. Никитина, В. Е. Гагин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 94–99.

15 Никитина, Ю. Г. Карта антропогенного воздействия на ландшафты как инструмент развития и управления природоохранными территориями [Текст] / Ю. Г. Никитина, Б. Н. Олзоев, Л. А. Пластинин // Географические, социально-экономические, экологические и этнокультурные факторы развития восточных территорий России : материалы XV совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Улан-Удэ ; Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2015. – С. 515–517.

16 Никитина, Ю. Г. Формирование геоинформационной базы данных для ландшафтно-экологических карт [Текст] / Ю. Г. Никитина, Б. Н. Олзоев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 68–72.