

На правах рукописи



Алексеева Мария Николаевна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВАСЮГАНСКОЙ РАВНИНЫ НА
ОСНОВЕ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Специальность 25.00.36 – геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Томск - 2009

Работа выполнена в лаборатории мониторинга лесных экосистем
Института мониторинга климатических и экологических систем Сибир-
ского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор географических наук, доцент
Дюкарев Анатолий Григорьевич

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Евсеева Нина Степановна

кандидат географических наук, доцент
Шерстобитова Людмила Владимировна


Ведущая организация: ГОУ ВПО «Алтайский государственный
университет»

Защита диссертации состоится «27» мая 2009 г., в 16.00 на заседании
диссертационного совета Д 212.267.19 при ГОУ ВПО «Томский государ-
ственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, глав-
ный корпус ТГУ, ауд.119.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ГОУ ВПО
«Томский государственный университет» по адресу: г. Томск, пр. Ле-
нина, 34 а

Автореферат разослан «___» апреля 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

кандидат геолого-минералогических наук  Н.И. Савина

Общая характеристика работы

Актуальность работы. Наряду с лесными, заболоченные и болотные ландшафты являются важнейшими компонентами природной среды Западной Сибири и источниками ресурсов. В условиях промышленного освоения заболоченные ландшафты подвергаются антропогенным воздействиям, связанным, прежде всего, с эксплуатацией нефтегазовых месторождений, сельскохозяйственной и лесохозяйственной деятельностью. Вследствие этого возрастают площади антропогенно нарушенных земель. Изменение видового состава растительного покрова является объективным показателем антропогенных трансформаций и выявляется не только при наземных исследованиях, но и при анализе серий космических снимков. Кроме того, использование дистанционных методов позволяет оперативно обнаруживать экологически неблагоприятные ситуации, например, аварии на нефтепроводах, пожары и незаконные рубки леса. Поэтому в геоэкологических исследованиях все шире используют технологии, основанные на дешифрировании космических снимков разного пространственного разрешения и различных лет съемки (Барталев и др., 2005; Востокова и др., 1982; Ерохин и др., 2003; Ершов и др., 2004; Зятькова, 2007; Седых, 1991). Космические снимки обеспечивают достоверность, оперативность и регулярность измерения характеристик состояния природной среды и являются основой при организации мониторинга в отдаленных и труднодоступных вследствие высокой заболоченности районах бореальной зоны Западной Сибири.

Разнообразное программное обеспечение ГИС используется в геоинформационном картографировании, основанном на дешифрировании космических снимков и результатах полевых исследований. Но, как правило, требуется его адаптация, а в некоторых случаях и разработка новых программных продуктов для оценки состояния территорий с учетом их особенностей. На территории Васюганской равнины, учитывая ее высокую заболоченность и наличие полезных ресурсов, наряду с научными исследованиями на наземных полигонах, необходимо использование современных геоинформационно-космических технологий.

Целью работы является оценка состояния растительного покрова и выявление изменения заболоченных территорий при антропогенных воздействиях на основе совмещенного анализа космических снимков и результатов полевого исследования средствами ГИС.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить **следующие задачи:**

- разработать методические вопросы оценки состояния лесоболотных территорий на основе анализа космических снимков средствами ГИС;

- разработать типологию растительного покрова и выбрать эталонные участки для обучения программы классификации космических снимков;
- провести дешифрирование и картографирование растительного покрова ключевых участков средствами ГИС;
- провести сравнительный анализ пространственной структуры растительного покрова различных участков Васюганской равнины;
- выявить изменения растительного покрова на основе анализа космических снимков разных лет съемки.

Объект исследования – растительный покров Васюганской равнины. Ключевые участки частично охватывают Васюганский болотный массив и прилегающие к нему лесные территории.

Предмет исследования – растительный покров, оценка его состояния на основе дешифрирования космических снимков.

Теоретическая и методологическая основа исследования базируется на идеях и трудах в области географии А.Г. Исаченко, В.Б. Сочавы, А.Г. Топчиева, болотоведения – Ф.З. Глебова, О.Л. Лисс, Н.И. Пьявченко, лесоведения и мониторинга лесного покрова – И.А. Беха, В.Н. Седых; учтен опыт региональных исследований Н.С. Евсеевой, В.И. Валуцкого, Л.И. Инишевой, Е.Д. Лапшиной, А.А. Храмова. С целью разработки методических вопросов дешифрирования космических снимков и оценки состояния растительного покрова на их основе, автором использовались теоретические концепции и практические рекомендации в области картографии, геоинформатики и моделирования геосистем: С.А. Барталева, А.М. Берлянта, Е.А. Востоковой, А.П. Карпика, В.Б. Кашкина, А.Д. Китова, А.В. Кошкарева, В.И.Кравцовой, В.С. Тикунова, В.В. Хромых.

Информационная база исследования. Исследования состояния растительного покрова проводились на нескольких ключевых участках, расположенных на юго-западе, юго-востоке и востоке Васюганской равнины. Участки частично охватывают Васюганский болотный массив и прилегающие заболоченные лесные территории. В основу диссертационной работы положены картографические материалы, описания полевых исследований, космические снимки и средства геоинформационных систем, в совокупности, составляющие геоинформационный комплекс. В работе использовались космические снимки 1989-2001 гг., полученные с космических аппаратов Ресурс-О1 (сканер МСУ-Э), Terra (сканер ASTER), Landsat-5 и Landsat-7 (сканеры ТМ и ЕТМ+). Для дешифрирования космических снимков применялись топографические карты масштабов 1: 1 000 000, 1: 500 000 и 1: 200 000, карты планов лесонасаждений 1: 50 000, карта растительности масштаба 1: 2 500 000 и цифровые модели рельефа, созданные национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (NASA). В качестве материалов на-

земных исследований для дешифрирования космических снимков использовались точечные полевые описания сообществ растительности и сведения о пожарах. Описания точек полевых исследований с географическими координатами на ключевых участках «Пономаревка» и «Икса» переданы автору работы сотрудниками Института мониторинга климатических и экологических систем. Сведения о месте, дате возникновения пожаров и ими пройденных площадей в восточной части Васюганской равнины, получены в Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области и в Томской базе авиационной охраны лесов.

Методы исследования. В работе применялись методы комплексных физико-географических исследований, математико-статистические методы, методы геоинформационного картографирования и пространственного анализа.

Научная новизна. В диссертационной работе получены следующие научные результаты:

1. Усовершенствована и адаптирована применительно к сильно заболоченным территориям методика дешифрирования космических снимков.
2. Разработаны методические вопросы геоэкологической оценки состояния растительного покрова территории с высокой активностью болотообразовательного процесса на основе дешифрирования космических снимков высокого пространственного разрешения.
3. Предложен геоинформационный комплекс, включающий специальное и общее программное обеспечение.
4. Автором разработаны специальные программные средства, расширяющие возможности геоинформационного анализа при оценке состояния растительного покрова и территории в целом.
5. Показаны различия в структуре растительного покрова разных участков Васюганской равнины.
6. На примере модельных территорий выявлено изменение растительного покрова при воздействии антропогенных и негативных природных факторов.

Достоверность результатов.

При оценке достоверности результатов дешифрирования космических снимков использовались статистические методы и средства программы MultiSpec 2.7. Степень соответствия картографическим материалам оценивалась с привлечением лично разработанной автором программы в среде ArcView 3.x.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Технология геоинформационного картографирования растительного покрова, основанная на дешифрировании космических снимков с при-

влечением математико-статистических методов, позволяет получать количественные оценки его состояния.

2. Мозаичность, мелкоконтурность и типологическое разнообразие растительности различных участков Васюганской равнины обусловлено сочетанием специфических условий природной среды и антропогенных воздействий.
3. Различия в структуре растительного покрова Васюганского болота обусловлены особенностями гидрологического стока, формирующегося в условиях неоднородного рельефа.

Практическая значимость работы. Основными результатами диссертационной работы, составляющими ее практическую ценность, являются:

1. Построенные на основе космических снимков карты растительного покрова участков Васюганской равнины, отражающие состояние территории и перспективы ее использования и готовые для управления хозяйствующими субъектами.
2. Геоинформационный комплекс для картографирования лесоболотных комплексов на основе космических снимков, включающий специальное и общее программное обеспечение. Геоинформационный комплекс можно использовать для ресурсного и экологического картографирования и в учебном процессе при подготовке специалистов географов, экологов, лесо- и землеустроителей.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы были доложены на 12 научных конференциях и симпозиумах, в том числе: 11-ой международной конференции IBFRA (Красноярск, 2002), международной конференции «Окружающая среда и экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики» (Томск, 2003), 3-ем и 4-ом международных симпозиумах «Контроль и реабилитация окружающей среды» (Томск 2002, 2004), международных конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «Enviromis» (Томск, 2004, 2006), международной научно-практической конференции «Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты» (Томск, 2005 г.),

В работе использованы материалы, полученные лично автором при выполнении интеграционных проектов СО РАН: проект № 73 «Комплексный мониторинг Большого Васюганского болота: исследования современного состояния и процессов развития под воздействием природных и антропогенных факторов»; проект № 137 «Комплексный мониторинг Большого Васюганского болота: исследования современного состояния и процессов развития»; проект № 138 «Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений» (2003 – 2005 гг.).

По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 3 статьи в зарубежных и рецензируемых отечественных журналах («Геоинформатика», 2002; «Вестник Томского государственного университета», 2002; «География и природные ресурсы», 2004).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Основной текст изложен на 154 страницах и включает 52 рисунка и 10 таблиц. Список литературы содержит 187 источников.

Автор выражает искреннюю признательность профессору Полищуку Ю.М., поставившему в свое время задачу и оказавшему методическую помощь в ее выполнении. Автор также благодарит за консультации и советы сотрудников НИИЦ ИХН, которые способствовали выполнению работы.

Основное содержание работы

Глава 1 Теоретические аспекты и методы оценки состояния лесоболотных комплексов зоны Западно-Сибирской тайги

Наряду с лесными ландшафтами, площадь которых по данным В.Н. Седых (1997) составляет 73,8 млн. га с запасом древесины 10 млрд. м³, на территории таежной зоны Западной Сибири широко распространены болотные системы с колоссальными запасами торфа (Лисс, Абрамова и др., 200; Инишева, Земцов, 2000). Болотные системы, занимающие центральные части водоразделов, становятся одним из факторов активного заболачивания прилегающих лесных ландшафтов (Евсеева, Земцов, 1990; Пьявченко, 1985). Площадь заболоченных лесов в настоящее время значительно превышает площадь автоморфных лесов.

Ландшафты Западной Сибири в значительной мере подвергаются антропогенным воздействиям, связанным в частности с развитием нефтегазодобывающего комплекса, рубками леса и пожарами. Гари вместе с вырубками в лесном фонде занимают 3 млн. га, что составляет 1,9 % территории Западной Сибири (Седых, 1997). Заготовка леса осуществляется как непосредственно при рубках главного пользования, так и при строительстве объектов нефтегазодобычи. При этом происходит расчленение лесных массивов и образование неустойчивых кулис и опушек, захламление древесными остатками и стройматериалами и как следствие увеличение частоты лесных пожаров (Захаров, Гаркунов и др., 1998; Булатов, 2004, Частылев, 1998).

Для картографирования и оценки состояния территорий, включая площади антропогенных напряжений природных объектов наиболее перспективно применение космических снимков (Анкудинов, Маринов, 2004; Востокова и др., 1982; Зяткова, Елепов, 2007; Кравцова, 1995; Ярошенко, Потапов и др., 2001). Программные средства обеспечивают их простран-

ственное совмещение с другими видами информации и достоверность дешифрирования (Капралов, 1997; Карпик, 2004; Китов, 2000).

Глава 2 Условия формирования лесоболотных комплексов Васюганской равнины

Исследования пространственной структуры растительного покрова лесоболотных комплексов с привлечением геоинформационных систем и космических снимков проводились на нескольких ключевых участках Васюганской равнины общей площадью 19 тыс. км² (рис. 1).

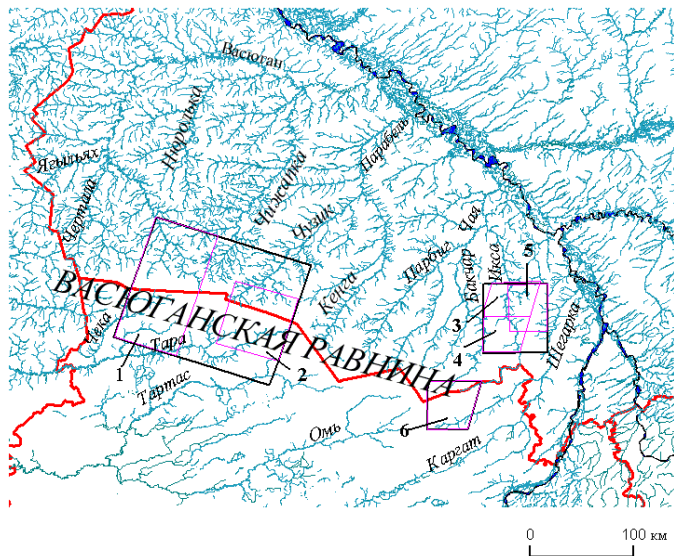


Рисунок 1- Картограмма границ участков и фрагментов космических снимков юго-запада, востока и юго-востока Васюганской равнины. Цифрами обозначено: 1- «Узас», 2 - «Ича», 3 - «Бородинск», 4 - «Плотниково», 5 - «Икса», 6 - «Пономаревка»

Васюганская наклонная равнина, площадь которой составляет около 147 тыс. км², занимает часть междуречья Оби и Иртыша. На юге Васюганская наклонная равнина замыкается узкой полосой Северо-Барабинской равнины, которая ограничивает с севера Барабинскую низменность. Орографической осью Васюганской равнины является вытянутая на запад-северо-запад плоская сильно заболоченная водораздельная зона, занятая Большим Васюганским болотом (53 тыс. км²) с высотами до 150-166 м на востоке и 135 -142 м на западе.

Климат исследуемой территории относится к континентально циклоническому с умеренно теплым летом и умеренно суровой снежной зимой

(Коженкова, Рутковская, 1966). Средняя годовая температура воздуха на территории Васюганской равнины отрицательная и изменяется от -1 до -2 °С. Годовое количество осадков на территории Васюганской равнины изменяется в среднем от 400 до 500 мм (География..., 1988; Справочник..., 1993).

В почвенном покрове Васюганской равнины преобладают дерново-подзолистые почвы. Для почв южной части характерна повышенная микроагрегированность и гумусированность горизонтов (Дюкарев, 2005). В южно-таежных лесах преобладают березовые и осиновые насаждения восстановительных смен пихтовых и еловых лесов (Ильина и др., 1985).

Глава 3 Технология дешифрирования космических снимков и оценки состояния растительного покрова

Оценку состояния растительного покрова Васюганской равнины наиболее целесообразно проводить с использованием космических снимков (Алексеева, Дюкарев и др., 2004). Технология дешифрирования космических снимков и оценки состояния растительного покрова основывается на выполнении нескольких этапов (рис. 2).

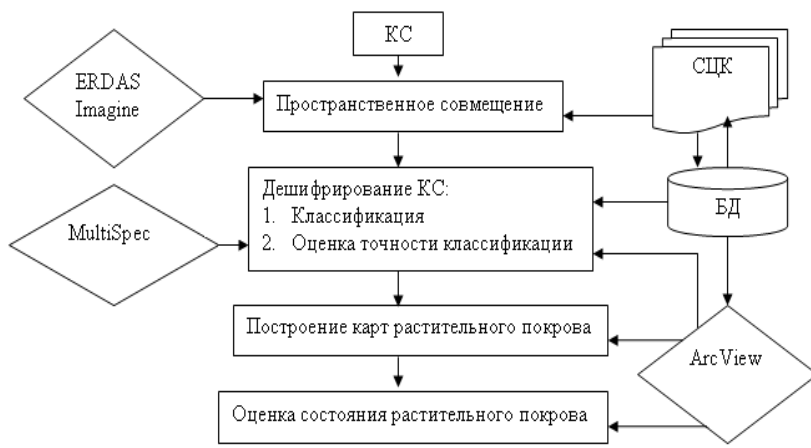


Рисунок 2 - Общая схема дешифрирования космических снимков и оценки состояния растительного покрова в ГИС (составлено автором работы): КС - космический снимок; БД – база данных; СЦК - система цифровых карт

В работе использовались космические снимки 1989 - 2001 гг. съемки различных участков Васюганской равнины, полученные с космических аппаратов Ресурс-О1 (сканер МСУ-Э), Terra (сканер ASTER), Landsat -1,-5,-7 (сканеры MSS, TM, ETM+).

Система цифровых карт включает оцифрованные топографические карты различных масштабов Томской и Новосибирской области, фрагменты планов лесонасаждений, карты растительности (Carbon Storage..., 2001) и цифровые модели рельефа геологической службы США (USGS). Цифровые карты связаны с таблицами базы данных. Базу данных в приложении Microsoft Access составляют: таблица лесотаксационных данных, относящаяся к цифровому фрагменту плана лесонасаждений М 1: 50 000 Пихтового лесхоза Шегарского лесничества, таблица описаний точек полевых исследований ключевых участков «Пономаревка» и «Икса» и таблица сведений о пожарах, случившихся в восточной части Васюганской равнины.

На этапе пространственного совмещения проводится преобразование форматов и географическая привязка космических снимков к топооснове с использованием программы ERDAS Imagine 8.1. Классификация космических снимков проводится с обучением на эталонных участках в системе MultiSpec 2.7. В качестве эталонных участков рассматриваются однородные по пиксельным значениям яркости фрагменты космического снимка, которые соответствуют одному типу растительности. Точность классификации пикселей космического снимка в работе оценивается двумя способами: 1) с использованием средств программы компьютерной обработки мультиспектральных снимков MultiSpec 2.7; 2) с использованием программы расчета относительной среднеквадратичной разности площадей одинаковых растительных группировок, определенных по классифицированному снимку и по картам растительности (Carbon Storage ..., 2001), которые частично накладываются на космические снимки. Алгоритм расчета относительной среднеквадратичной разности реализован автором диссертации на языке программирования Avenue (Avenue....., 1996) в среде ГИС ArcView 3.x. Построение карт растительного покрова проводилось на нескольких участках, расположенных на юго-западе, востоке и юго-востоке Васюганской равнины. Картографические измерения осуществлялись с расчетом площадей сообществ растительного покрова и их модификаций и коэффициентов энтропии. Энтропийный критерий количественно характеризует неоднородность и мозаичность территорий (Алексеева и др., 2006). Расчет коэффициентов энтропии реализован автором работы на языке программирования Avenue в среде ГИС ArcView 3.x в соответствии с формулами А.М. Берлянта (1997).

Глава 4 Оценка состояния растительного покрова Васюганской равнины на основе космических снимков

Для оценки состояния территорий проведено картографирование растительного покрова ключевых участков Васюганской равнины на основе дешифрирования космических снимков. Общий перечень типов сооб-

шество растительности (табл.1), дешифрованных на космических снимках территории Васюганской равнины в работе сформирован на основе анализа описаний точек полевых исследований, лесотаксационных данных и литературных сведений (Ильина и др., 1985; Лапшина и др., 2000; Храмов, Валуцкий, 1977).

Таблица 1 - Типы растительных сообществ модельной территории, дешифрируемые на КС

	Олиготрофные типы болот:
1	сосново-кустарничково-сфагновое болото (рям);
2	грядово-мочажинный комплекс;
3	рямово-озерково-топяной комплекс;
	Мезотрофные типы болот:
4	кустарничково-болотнотравно-сфагновое мезотрофное болот с редким сосново-березовым древесным ярусом;
5	веретьево-топяной комплекс;
6	шейхцерицево-сфагновая топь;
7	кустарничково-осоково-пушицево-сфагновая топь;
	Евтрофные типы болот:
8	низинное мохово-осоковое болото;
9	тростниково-осоковое болото с островами рямов;
10	древесно-кустарничково-моховое болото;
	Заболоченные леса:
11	березово-ивняковая обводненная полоса болота;
12	березовые, осиново-березовые молодые насаждения;
13	сосново-березовые и осиново-березовые приспевающие насаждения;
14	сосновые леса;
15	темнохвойные леса;
	Антропогенно нарушенные территории:
16	пашни;
17	осушенное болото;
18	вырубки;
19	дороги и населенные пункты;
20	гари.

Для ключевых участков «Узас», «Ича», «Пономаревка» и «Икса» характерно типологическое разнообразие растительного покрова (рис. 3, рис.4).

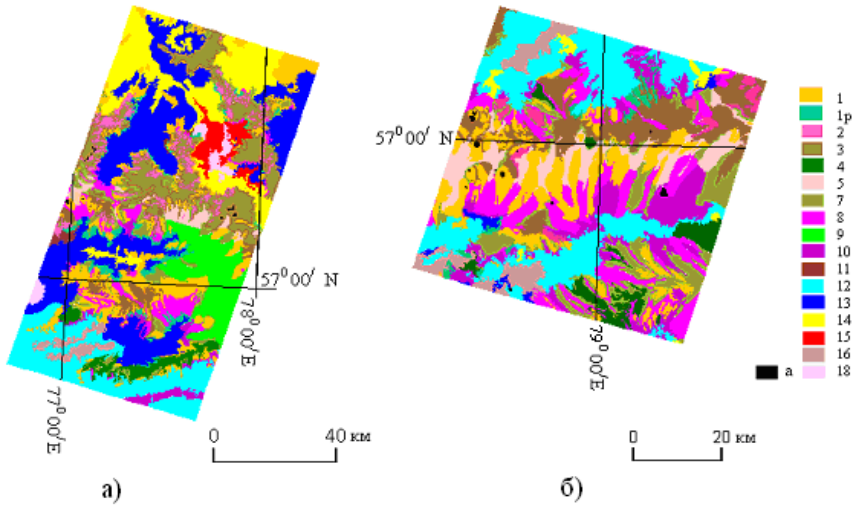


Рисунок 3 - Карты растительного покрова КУ: а) «Узас», б) «Ича». Цифрами 1-18 обозначены сообщества растительного покрова (см. табл.1)

Примечание. Карты составлены Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования КС Terra от 10.08.2001 г. и от 01.06.2001 г.

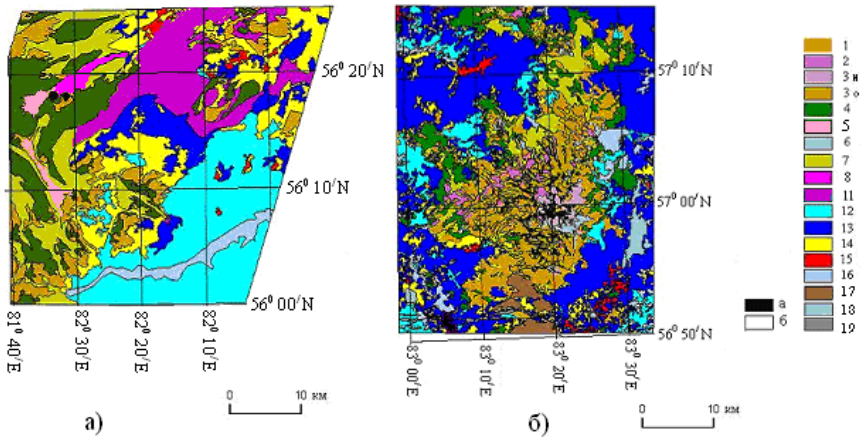


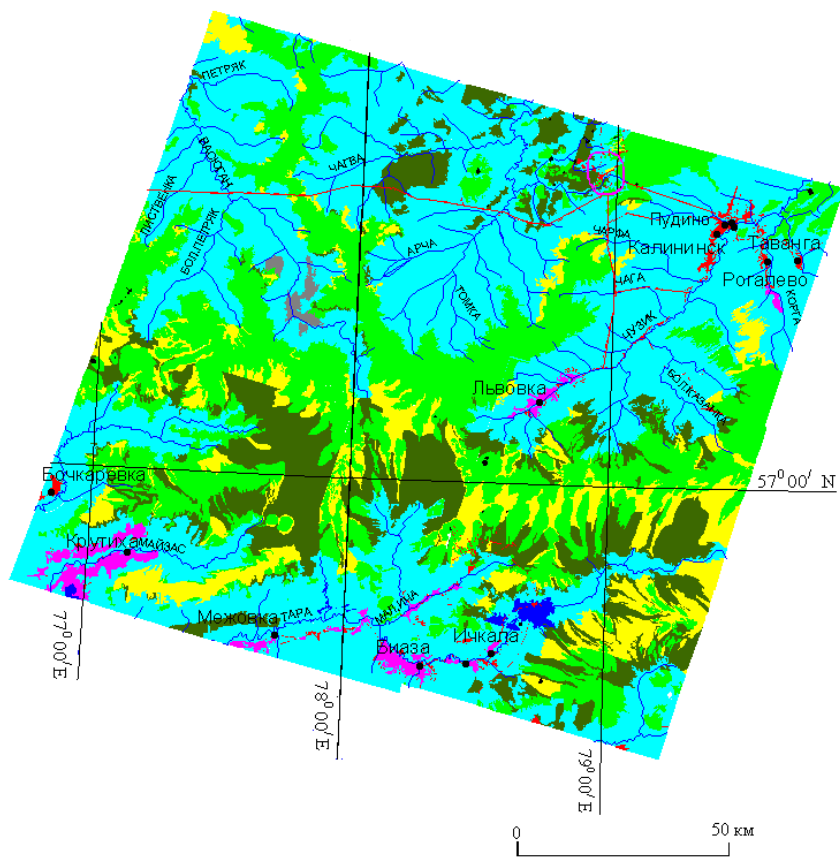
Рисунок 4 - Карты растительного покрова КУ: а) «Пономаревка», б) «Икса». Цифрами 1-19 обозначены сообщества растительного покрова (см. табл.1)

Примечание. Карты составлены Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования КС Ресурс-О1 от 23.07.98 г и КС Landsat-7 от 07.07.1999 г.

Из болотных типов растительности на ключевых участках «Узас» и «Ича» наибольшую площадь занимают олиготрофные, представленные сосново-кустарничково-сфагновыми болотами (109377 га и 60455,3 га) и рямово-озерково-топяными комплексами (114842,8 га и 45919,2 га). Наряду с олиготрофными типами болот в структуре растительного покрова ключевого участка «Узас» значительную площадь (52166,6 га) занимают евтрофные тростниково-осоковые сообщества в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми болотами (см. рис. 3). В структуре ключевого участка «Ича» кроме вышеперечисленных распространены веретьево-топяные комплексы (26561,1 га), кустарничково - осоково - пушицево-сфагновые топи (41999 га), болота низинные осоково-гипновые (52951 га) и древесно-кустарничково-моховые болота (40255,8 га). Долины реки Васюган и ее притоков, берущих начало на Большом Васюганском болоте в границах ключевого участка «Узас» облесены сосново-кедровыми лесами общей площадью 18678,8 га. Междуречья занимают сосново-березовые травяные и травяно-болотные леса (161034,9 га).

Болотные типы сообществ растительного покрова ключевого участка «Пономаревка» представлены сосново-кустарничково-сфагновыми болотами (рямами), занимающими 22453,4 га, кустарничково-болотнотравно-сфагновыми мезотрофными болотами с редким сосново-березовым древесным ярусом (32343,5 га), кустарничково-осоково-пушицево сфагновыми топяными (33197,8 га). В долине реки Шегарка с площадью 32903,9 га распространены березняки с примесью хвойных пород, а в истоках реки Икса встречаются массивы кедровников 4 бонитета с травяным и моховым напочвенным покровом. На ключевом участке «Икса» из болотных типов растительности преобладают сосново-кустарничково-сфагновые болота и рямово-озерково-топяные комплексы, площадь которых составляет 14484,7 га и 13433,3 га соответственно. Значительную часть ключевого участка занимают заболоченные и автоморфные типы леса. Слабопологие склоны водораздела рек Икса и Шегарка заняты сосново-березовыми (58 944,6 га) и осиново-березовыми лесами (13475,7 га). Темнохвойные леса с преобладанием кедра на дерново-глеевых почвах встречаются изолированными островами в приречной полосе верховий рек Нижняя Яря, Верхняя Яря и Антик (см. рис. 4).

Для сравнения пространственной структуры и нарушенности растительного покрова различных участков Васюганской равнины по результатам дешифрирования космических снимков составлены обобщенные карты растительного покрова (рис. 5, рис. 6).



- граница Герасимовского месторождения
- олиготрофные болота
- мезотрофные болота
- евтрофные болота
- заболоченные и автоморфные леса
- населенные пункты, дороги, объекты нефтедобычи
- пашни
- гари
- луга
- озера

Рисунок 5 - Карта растительного покрова юго-западной части Восточной равнины
 Примечание. Карта составлена Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования
 КС Landsat-7 от 02.08.2001 г. и КС Terra от 10.08.2001 г. и от 01.06.2001 г.

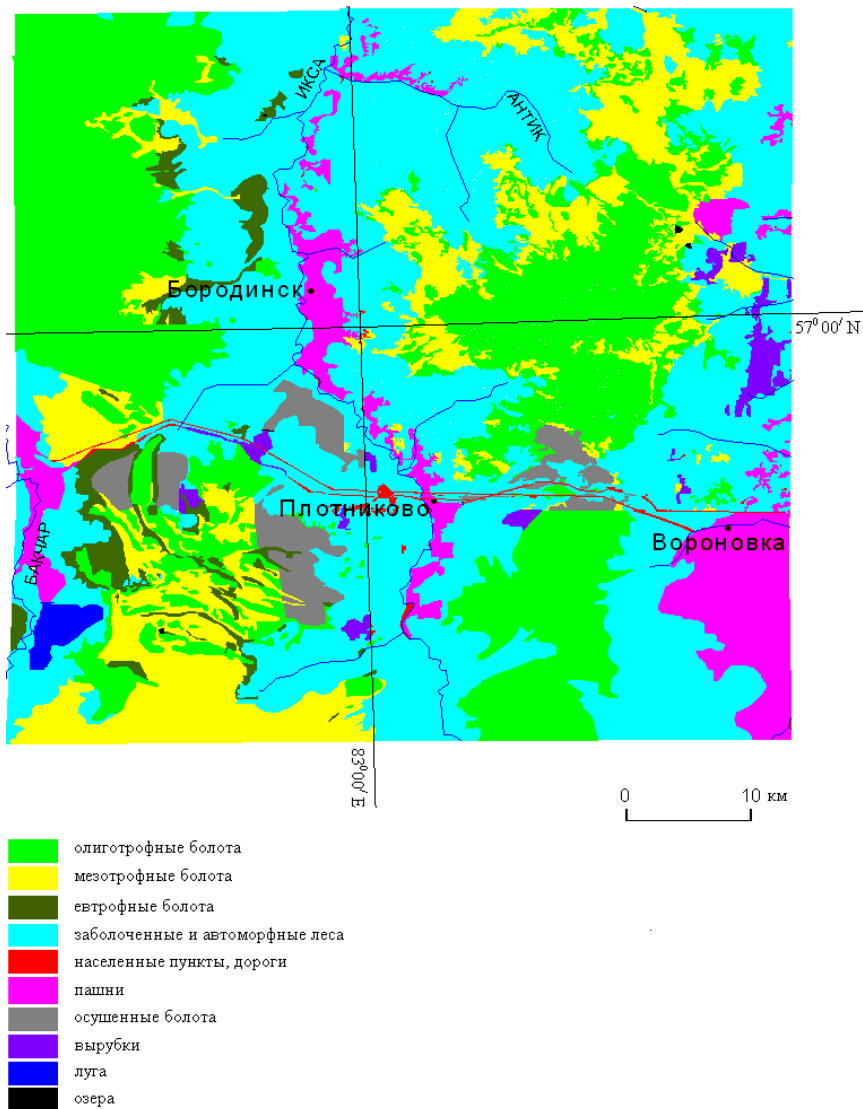


Рисунок 6 - Карта растительного покрова восточной части Васюганской равнины
 Примечание. Карта составлена Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования КС Landsat-7 от 07.07.1999 г.

Особенности структуры растительного покрова данной территории обусловлены антропогенными и природными факторами.

Для характеристики рельефа Васюганской равнины построена гипсометрическая карта на основе цифровых моделей рельефа геологической службы США с использованием программ ArcView 3.x и «SRTM (*.hgt) batch-import for ArcView». Пространственный анализ темы растительного покрова по гипсометрическим уровням в программе ArcView 3.x показывает, что в юго-западной части Васюганской равнины (см. рис. 5) в границах южной части Большого Васюганского болота с абсолютными отметками рельефа 130-140 м наряду с олиготрофными преобладают мезотрофные и евтрофные болота. Поверхность с гипсометрическим уровнем 140-150 м в границах северной части Васюганского болота занимают олиготрофные болота (40%).

В юго – западной части Васюганской равнины (см. рис. 5) общая площадь антропогенных модификаций растительного покрова, занимает 3,5% (рис. 7), что свидетельствует о его умеренно нарушенном состоянии.

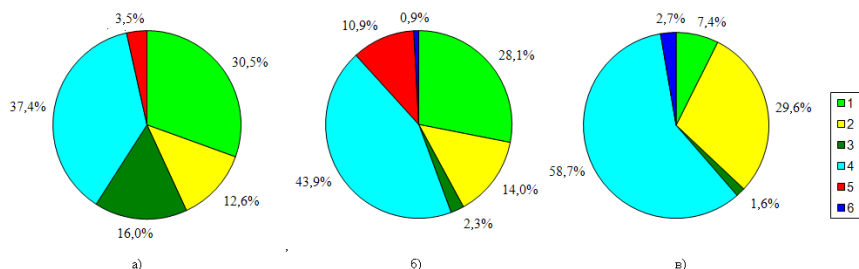


Рисунок 7 - Нарушенность растительного покрова участков, расположенных в: а) юго-западной части, б) восточной части, в) юго-восточной части Васюганской равнины. Условные обозначения: 1 - олиготрофные болота, 2 - мезотрофные болота, 3 - евтрофные болота, 4 - заболоченные и автоморфные леса, 5 - антропогенно нарушенный растительный покров, 6 - луга

Антропогенно нарушенный растительный покров в юго-западной части представлен горями долины реки Васюган, полями долин рек Чузык, Тара и Майзас (см. рис. 5). Растительный покров наиболее преобразован и уничтожен при строительстве и эксплуатации Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения. Из населенных пунктов на этой территории преобладают небольшие с населением менее 1000 человек.

Общая площадь антропогенных модификаций растительного покрова в восточной части Васюганской равнины составляет 11% (см. рис. 6, рис. 7), что свидетельствует о более высокой нарушенности данной территории. Наибольшие площади занимают пашни, осушенные болота, вырубki разных лет и территории, пройденные пожарами. Пашни приурочены к поверхностям, дренируемым долинами рек Бакчар, Икса и Шегарка и приподнятым участкам их междуречий. Осушенные участки болот периоди-

чески выгорают. Коренные темнохвойные леса на междуречье Шегарка – Икса практически полностью в разное время вырублены или выгорели. Населенные пункты составляют Бородинск, Плотниково и Вороновка с населением менее 1000 человек (см. рис. 6).

Ненарушенное за исключением небольших населенных пунктов состояние территории характерно для участка, расположенного на юго-востоке Васюганской равнины и являющегося частью охранной зоны заказника на Большом Васюганском болоте (Семенова и др., 2002).

На основе анализа разновременных космических снимков проведена оценка состояния и изменения растительного покрова в результате антропогенных и негативных природных факторов на примере пожаров и вырубок в восточной части Васюганской равнины и нефтегазодобывающего комплекса в юго-западной части.

Пожары. На космическом снимке Landsat от 28.08.1989 г. ключевого участка «Икса» пожары и гари не отмечаются. На снимке от 07.07.1999 г. обнаружены гари на участке осушенного болота с северной стороны автодороги Томск-Бакчар (рис. 8).

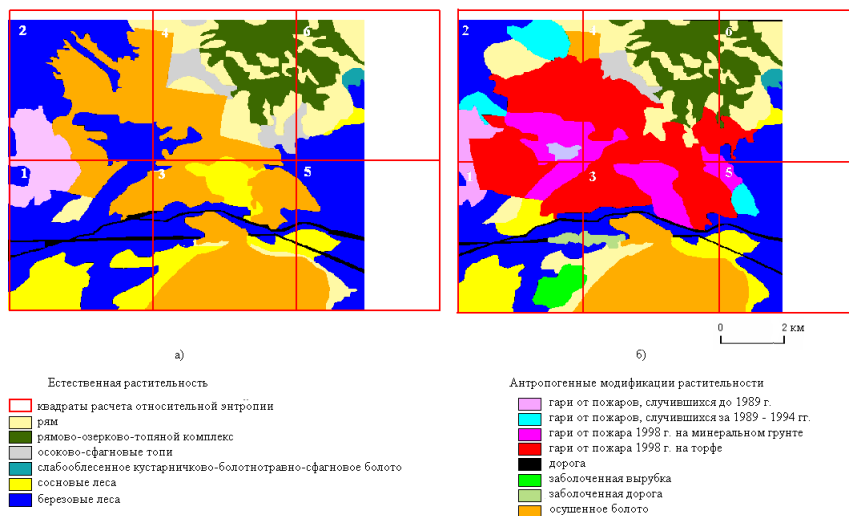


Рисунок 8 - Карты разновременных гарей на осушенном болоте по состоянию территории на: а) 1989 г., б) 1999 г.

Примечание. Карты составлены Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования КС Landsat-5 от 1989 г. и КС Landsat-7 от 07.07.1999 г.

Наиболее пожароопасная ситуация сложилась в засушливом 1998 г., общая площадь гарей составила 5267 га, из них торфяника выгорело 3966 га,

слабозаболоченной лесной территории - 1301 га. Пожаром были полностью уничтожены растительный покров с приповерхностной толщей торфа на болотах и заболоченных лесах.

Следует отметить, что эти пожары не зарегистрированы в отчетах Томской базы авиационной охраны лесов. Площадь, пройденная пожарами в 1998 г., по статистической отчетности в целом по Шегарскому лесхозу составляет 3146 га, а площадь гарей, дешифрированных на космическом снимке, составляет 5267 га. И в другие годы зарегистрированная площадь пожаров не соответствует реальной (рис. 9).

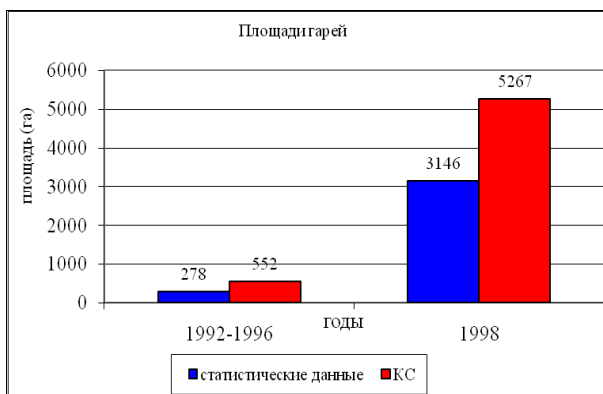


Рисунок 9 - Площади гарей по статистическим данным и выявленные в результате дешифрирования космических снимков

Вырубки. За десятилетний период площадь вырубок на месте темнохвойных лесов участка междуречья Икса-Шегарка увеличилась на 1803 га. Увеличение площади вырубок было проведено предположительно за 1989-1996 гг., так как на космическом снимке Landsat от 28.08.1989 г. заметно, что вырубки еще не облесены, а на снимке от 07.07.1999 г. они заросли осиново-березовым подростом. В целом, на территории Томской области наибольший объем рубок наблюдался с 1992 г. по 1996 г., леса вырубались на площади, составляющей в среднем 23010 га, с объемом рубки 4485-6593 тыс. м³. С 1997 г. по 2006 г. объем рубок сократился и составил в среднем 2108 м³ в год (Экологический..., 1999, 2006).

Нефтегазодобыча. Анализ космических снимков Landsat-1 от 04.03.1974 г., КС Landsat-7 от 02.08.2001 г., Terra от 23.05.2001 г. и топографической карты М 1: 100 000 по состоянию местности на 1982 г. участка юго-западной части Васюганской равнины показывает, что строительство и ввод в эксплуатацию объектов нефтегазодобычи Герасимовского месторождения произведено за 8 летний период (1974-1982 гг.)

На карте растительного покрова по состоянию территории на 2001 г. отражены объекты Герасимовского месторождения (рис. 10). Общая площадь поврежденного строительными объектами Герасимовского месторождения растительного покрова составляет 14,4 км². На линейные объекты (дороги, трубопроводы, линии электропередач) приходится 9,9 км², на площадные (факелы, кустовые площадки, головные сооружения) - 4,5 км².

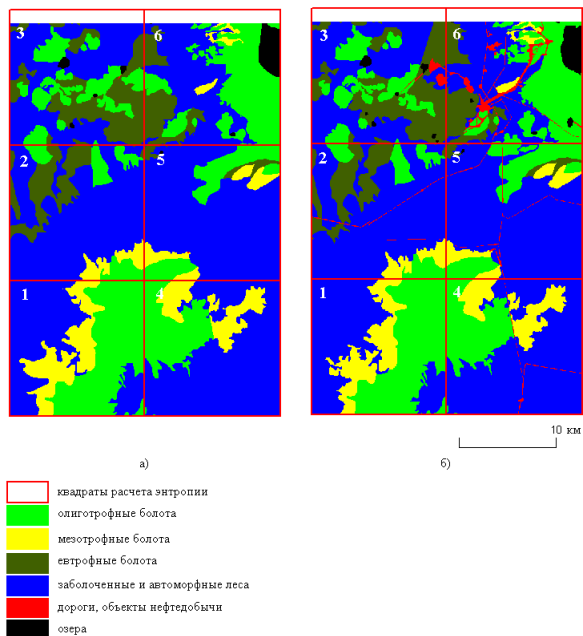


Рисунок 10 - Карты растительного покрова территории нефтегазодобычи по состоянию местности на: а) 1974 г., б) 2001 г.

Примечание. Карты составлены Алексеевой М.Н. в результате дешифрирования КС Landsat-1 от 04.03.1974 г. и КС Landsat-7 от 02.08.2001 г.

Нарушенные территории, как правило, характеризуются большой неоднородностью и мозаичностью, что подтверждается расчетом относительной энтропии по формуле (Берлянт, 1997):

$$E(A)_r = - \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i \log_2 \omega_i}{\log_2 n},$$

где ω_i - отношение площади данного i -го контура к площади всех n контуров на карте, n – количество контуров. Наибольшие коэффициенты от-

носительной энтропии наблюдаются в квадратах карт растительного покрова, где расположены объекты нефтегазодобычи и гари от пожаров. Так, в квадратах с номерами 3 и 6 карты растительного покрова территории нефтегазодобычи по состоянию местности на 2001 г. (см. рис. 10) значения относительной энтропии равны 0,8. Для территории осушенных болот, пройденных пожарами 1998 г. характерна высокая неоднородность и мозаичность, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты относительной энтропии. Во втором квадрате карты разновременных гарей по состоянию местности на 1999 г. (см. рис. 8) коэффициент относительной энтропии равен 0,9.

Таким образом, космические снимки позволяют выявлять характер и масштабы нарушений растительного покрова, и его изменение от различного рода антропогенных воздействий. Применение вышеописанной технологии наиболее перспективно для мониторинга и управления заболоченными и болотными ландшафтами ввиду их труднодоступности и интенсивного ресурсодобывающего освоения.

Заключение

1. Мозаичность, мелкоконтурность и типологическое разнообразие растительности различных участков Васюганской равнины обусловлено различием почвенного увлажнения, формирующимся в условиях неоднородного рельефа и антропогенных воздействий. Современный растительный покров представлен преимущественно различными стадиями восстановления после пожаров и рубок коренной растительности и заболачивания лесов.
2. Северная и южная часть Большого Васюганского болота различаются условиями гидрологического стока и водно-минерального питания, типологическим разнообразием болотной растительности. В северной части господствуют олиготрофные болота. В южной части преобладают мезотрофные и евтрофные болота, представленные веретьево-топяными комплексами и осоково-гипновыми топами
3. Антропогенные нарушения растительного покрова связаны с лесохозяйственной и сельскохозяйственной деятельностью и мелиорацией болот в восточной части Васюганской равнины и формированием нефтегазового комплекса в юго-западной. Общая площадь антропогенных модификаций растительного покрова в восточной части Васюганской равнины составляет 11%. Наибольшие площади занимают зарастающие травой и мелколесьем пашни и осушенные болота. В юго – западной части Васюганской равнины малые площади антропогенных модификаций растительного покрова (3,5%) свидетельствуют о умеренно нарушенном состоянии данной территории. Несмотря на такой невысокий процент нарушений на этой территории необходимо проведение

мониторинговых наблюдений за состоянием растительного покрова в связи с освоением и эксплуатацией месторождений и высокой опасностью возникновения пожаров.

4. Анализ разновременных космических снимков показывает увеличение площадей, пройденных пожарами в восточной части Васюганской равнины. Как показали исследования, на междуречье Икса-Шегарка межпожарный интервал на осушенном болоте составляет 4 года. По состоянию территории на 1999 г. пожарами пройдено 5267 га. Площади гарей, дешифрованные на космических снимках, превышают данные статистической отчетности Томской базы авиационной охраны лесов. Как показал анализ разновременных космических снимков территории южной группы месторождений Васюганской равнины, растительный покров нарушен сооружениями нефтегазодобычи, период строительства и ввода в эксплуатацию которых составляет в среднем 8 лет.
5. Специальные программные средства, разработанные автором диссертации в среде ArcView 3.x позволили провести дешифрирование космических снимков с приемлемой точностью и дать количественную характеристику неоднородности растительного покрова. Высокие коэффициенты относительной энтропии указывают на мелкоконтурность и мозаичность растительного покрова при антропогенных трансформациях.

Список основных публикаций по теме диссертации

в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М., Пологова Н.Н. Исследование структуры лесоболотных комплексов Васюганской равнины с использованием ГИС, дистанционных и подспутниковых данных // География и природные ресурсы. – 2004.- № 2. - С.71-77.
2. Полищук Ю.М., Токарева О.С., Рюкко В.В., Алексеева М.Н. Геоинформационный анализ воздействий загрязнения атмосферы на растительные биосистемы с использованием космоснимков // Геоинформатика. - 2002. - № 2. - С.10-13.
3. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М., Пологова Н.Н. Анализ структуры лесоболотных комплексов юго-востока Васюганской равнины с использованием космоснимков и данных полевых исследований // Вестник Томского государственного университета. – 2002. - № 2. - С. 80 – 83.

в других изданиях:

4. Алексеева М.Н., Дубинин М.Ю. Комплексное обеспечение мониторинга Большого Васюганского болота данными дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения // Пятое Сибирское совещание по климатологическому мониторингу: Материалы докладов, 25-27 июня 2003. – Томск, 2003. С. 193-197.

5. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Копылов В.Н., Полищук Ю.М., Пологова Н.Н. Геоинформационно - космическая методология анализа структуры растительного покрова лесоболотных территорий // Пятое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы докладов, 25-27 июня 2003. – Томск, 2003. С. 197-201.
6. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Копылов В.Н., Полищук Ю.М. ГИС-технология анализа пространственной структуры лесоболотных комплексов Сибири // Самоорганизация и динамика геоморфосистем: Материалы докладов 25 августа – 2 сентября 2003 г. – Томск, 2003. С. 233-239.
7. Алексеева М.Н., Полищук Ю.М. Методические вопросы использования космоинформации в решении экологических проблем добычи нефти // Интервал. - 2003. -№5.- С. 24-26.
8. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М. Методологические вопросы анализа структуры лесоболотных выделов с использованием космоснимков и подспутниковых данных // III Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды»: Материалы докладов, 10-12 июля 2002. – Томск. С. 16-17.
9. Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Полищук Ю.М., Токарева О.С. Методические вопросы обработки космических снимков для оценки воздействий загрязнений атмосферы на лесоболотные комплексы // Environment of Siberia, the Far East, and the Arctic: Selected Paper presented at the International Conference ESFEA-2001, 5-8 sept. 2001. – Томск, 2001. С. 331 – 335.
10. Алексеева М.Н., Полищук Ю.М. Методические вопросы использования космоинформации в решении экологических проблем добычи нефти // Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа: Материалы 2-й научно-практич. конференции, 24 – 27 сентября 2001 г.– Томск: «СТТ», 2001. С. 121– 123.
11. Крутиков В.А., Полищук Ю.М., Алексеева М.Н., Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Применение космической информации в мониторинге ландшафтной структуры Васюганской болотной системы // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития: Сб. научн. трудов. – Томск, 2002. С. 180 – 185.
12. Алексеева М.Н. Геоинформационная технология анализа структуры лесоболотных комплексов Васюганской равнины с использованием космоснимков и наземных наблюдений // Информационные системы мониторинга окружающей среды: Труды постоянно действующей научно - технической школы - семинара студентов, аспирантов и молодых специалистов, 1 - 7 сентября 2003. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2003. Вып. 2. С. 24 – 28.

13. Алексеева М.Н. Полищук Ю.М. Геоинформационная технология анализа пространственной структуры растительного покрова в задачах экологического мониторинга лесоболотных территорий // Контроль и реабилитация окружающей среды: Материалы симпозиума, 21-23 июля 2004. – Томск, 2004. С. 43 - 44.
14. Алексеева М.Н. Козин Е.С. Пространственная структура лесоболотных комплексов // Измерение, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды «Envigomis – 2004»: Материалы Международной конференции, 16 - 25 июля 2004. – Томск: Изд-во ГУ «Томский ЦНТИ», 2004. С. 42.
15. Алексеева М.Н., Козин Е.С., Полищук Ю.М. Особенности исследования пространственной структуры лесов в таежной зоне Западной Сибири с использованием информационно-космических технологий // Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты: Материалы международной научно-практической конф., 21-22 марта 2005 г.- Томск: STT, 2005. С. 219-220.
16. Алексеева М.Н., Полищук Ю.М., Дюкарев А.Г. Тематическое картирование растительного покрова лесоболотной территории Васюганской равнины // Измерения, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2006. С. 16 – 20.
17. Polichtchouk Yu., Ryukhko V., Tokareva O., Alexeeva M. Geoinformation modeling system for analysis of atmosphere pollution impact on vegetable biosystems using space images // Proceedings of SPIE. - 2002. - Vol. 4678. - P. 478-484.