

На правах рукописи



ТИГЕЕВ Александр Анатольевич

**Картографо-информационное обеспечение
решения региональных экологических
проблем Тюменской области**

25.00.36 – “Геоэкология”

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук**

Барнаул – 2006

Работа выполнена в Институте проблем освоения Севера
Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор технических наук
Цибульский Владимир Романович

Официальные оппоненты: доктор географических наук
Батуев Александр Раднажапович
доктор географических наук
Булатов Валерий Иванович

Ведущая организация: Томский государственный
университет

Защита состоится 15 марта 2006 года в 9 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д. 003. 008. 01 в Институте водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 656038, Алтайский край, город Барнаул, ул. Молодежная, 1. Тел: (3852) 66-64-60, факс: (3852) 24-03-96, e-mail: iwer.asu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных и экологических проблем СО РАН

Автореферат разослан «15» « 02 » 2006 г

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат географических наук



Ротанова И. Н.

2006A
3708

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования.

Тюменская область является крупнейшим поставщиком углеводородного сырья в России. Широкомасштабное освоение территории области и, в особенности, её северных районов неизбежно сопровождается интенсивным техногенным воздействием на окружающую среду данного региона. К основным факторам воздействия на окружающую природную среду относятся механическое повреждение поверхности и загрязнение разнообразными химическими веществами. Негативное воздействие проявляется на различных стадиях строительства и эксплуатации промысла, а также при аварийных ситуациях; наносимый ими экологический ущерб во многом зависит от свойств самой природной среды.

Изучение механического нарушения поверхности и химического загрязнения, их источников и интенсивности является необходимым звеном в комплексном прогнозировании последствий техногенеза и определении устойчивости природных систем севера Западной Сибири.

Многими авторами (Исаченко, 1991; Козин, 1993, 1996, 1998; Мельцер, 1994; Се-ливерстов, 1996; Глазовская, 1998 Ткачѳв, 1998;) отмечается актуальность определения устойчивости ландшафтов. Неотъемлемой частью экологического прогнозирования являются ландшафтно-экологические изыскания. Изучение свойств ландшафтов, оценка их устойчивости, сопоставление устойчивости с ожидаемой техногенной нагрузкой является основным способом оценки потенциального воздействия нефтегазового комплекса на окружающую природную среду и выработки решений о возможности или невозможности размещения технических объектов в данном месте.

Для представления моделей территориальной организации природной среды актуально применение принципов ландшафтной экологии. При ландшафтном подходе к геоэкологическому моделированию значение приобретает не только функционирование природных комплексов, но и их пространственная структура. Моделирование геосистем с учётом их пространственной организации возможно только на основе картографического метода исследования.

Цель исследования состоит в разработке методики комплексного тематического картографирования для эколого-географической оценки с использованием современных геоинформационных технологий и ее практической реализации для геоэкологического анализа территорий нефтедобычи на севере Западной Сибири.

В соответствии с целью исследования поставлены и решены следующие задачи:

- изучены принципы разработки и использования геоинформационных систем, а также опыт использования цифрового тематического картографирования в природо-охранной деятельности;
- с применением геоинформационных технологий проведено определение уровня загрязнения в районах нефтедобычи на основании данных о химическом составе поверхностных вод и донных отложений, оценена площадь антропогенно-трансформированных участков;
- проведена оценка устойчивости ландшафтов к нефтяному загрязнению и механическим нарушениям с помощью ГИС-технологий;



- выявлены особенности цифрового тематического картографирования на локальном (муниципальном) уровне на примере карты техногенного загрязнения города Тюмени, эколого-геохимические параметры внесены в состав муниципальной ГИС Тюмени;

- изучены особенности геоинформационного обеспечения охраняемых природных территорий на примере природного парка "Нумто", проведено инвентаризационное, прогностно-оценочное картографирование, а также функциональное зонирование территории парка с использованием ГИС-технологий.

Методологическая основа

Базовым был принят комплексный ландшафтно-экологический подход, утверждающий, что каждая геосистема, занимая определённое место в ландшафтной структуре и хозяйственной деятельности, обладает рядом функций, значимых для природы территории или человека (экологически значимых). В основу исследования был положен метод картографического моделирования, т.е. научно-обоснованного моделирования конкретного пространства, в котором происходит взаимодействие природы и общества. Опираясь на системный подход к изучению географических явлений, карты в качестве инструмента для пространственно-временного анализа, были использованы для исследования взаимосвязей, выявления закономерностей, экстраполяции развития, объективизации и формализации описания состояния геосистем.

Объект и предмет исследования

Объекты исследований - геосистемы северных районов Западной Сибири, включая в это понятие природные, производственно-хозяйственные, селитебные и природоохранные территориальные комплексы. Предмет исследований – изменение экологического состояния геосистем в результате антропогенного воздействия.

Научная новизна

Разработана блочная структура и реализовано наполнение региональной экологической ГИС, предложен алгоритм анализа экологической ситуации районов нефтедобычи Тюменской области с использованием картографо-информационного подхода. Выполнена оценка уровня техногенного загрязнения территорий нефтегазового комплекса, а также проведен многокритериальный анализ устойчивости ландшафтов к нефтяному загрязнению и механическим нарушениям. В результате исследований выявлены участки хронического загрязнения поверхностных вод и почв, связанные с проведением буровых работ, добычей нефти и газа.

Впервые проведено детальное изучение ландшафтной структуры природного парка «Нумто» (Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ, Белоярский район). С использованием материалов и при участии автора составлены ландшафтная и эколого-фитоценотическая карты парка в масштабе 1:100 000. Впервые для данной территории детально была изучена проблема устойчивости ландшафтов к механическим нарушениям и химическому загрязнению. Результатом прогностно-оценочных исследований стало составление карт устойчивости ландшафтов и пожароопасности на территории парка. Разработанные карты, с учетом особенностей природопользования, социальных и этнокультурных характеристик послужили основой при проведении функционального зонирования территории природного парка «Нумто», регламентирующего природопользование на этой территории. В результате исследования выявлены особенности картографического обеспечения охраняемых территорий в местах добычи углеводородного

сырья.

Защищаемые положения

1. Применение геоинформационного инструментария в эколого-географических исследованиях позволяет оптимизировать процесс обработки экологической информации и построения карт природоохранной направленности. Эффективным методом определения устойчивости природных комплексов является геоинформационное моделирование на основе анализа ландшафтно-экологических условий территории.
2. Одним из ведущих факторов, определяющих уровень химического загрязнения, является уровень аварийности на объектах нефтедобывающего комплекса. На территории Тюменской области существует ряд участков хронического и интенсивного загрязнения почв и поверхностных вод хлоридами и нефтепродуктами, к числу которых относятся длительно разрабатываемые месторождения Среднего Приобья.
3. При разработке принципов размещения, функционального структурирования и режима особо охраняемых природных территорий северных регионов важнейшим условием является комплексный картографический анализ этнокультурных и природных особенностей.

Практическая ценность и реализация результатов. Использование региональной ГИС Тюменской области необходимо в работе управленческих и природоохранных организаций для целей оптимизации природопользования. Данные региональной ГИС нашли применение при разработке многочисленных проектов обустройства месторождений и прокладки трубопроводов на севере Западной Сибири (Ново-Уренгойское, Северо-Уренгойское, Валанжинское, Киньяминское, Салымское месторождения, трубопроводы «Находкинское месторождение – ДКС Ямбургская», «Ростовцевское месторождение – промбаза Нурма», «Юрхарово - Пуровский ЗПК» и др). Материалы автора вошли в научно-технические отчёты и обоснования различных проектных и исследовательских организаций (СургутНИПИнефть, Гипротюменнефтегаз и др.).

Результаты исследований природного парка "Нумто" и созданные карты использованы при разработке его проекта и проведении функционального зонирования территории.

Данные цифрового тематического картографирования на локальном (муниципальном) уровне могут использоваться при составлении земельных кадастров и оценке экологической обстановки. Результаты исследования и картографирования загрязнения почв Тюмени нашли применение в деятельности Комитета охраны природы при администрации города. Работа выполнена в рамках бюджетных и хоздоговорных тем ИПОС СО РАН.

Апробация. Положения работы докладывались на областной научно-практической конференции "Окружающая среда" (Тюмень, 1998), IV международной конференции "Освоение Севера и проблемы природовосстановления" (Сыктывкар, 1998), межвузовской научной конференции "Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией" (Тюмень, 1999), II всероссийской конференции проблемы региональной экологии (Томск, 2000), международной научно-практической конференции "Геоинформатика - 2000" (Томск, 2000), всероссийской научно-практической конференции "Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири" (Тюмень, 2000), II всероссийской конференции "Экологический риск - 2001" (Иркутск, 2001).

По теме диссертации опубликовано 14 работ.

Структура и объем работы

Диссертация общим объемом в 168 страниц состоит из введения, 4 глав, заключения, включает 7 таблиц, 30 рисунков, 5 приложений; список литературы содержит 121 источник.

Основное содержание работы

Глава 1. Оценка потенциала картографо-информационного анализа в решении экологических проблем в районах добычи углеводородного сырья

В главе показаны возможности картографо-информационного анализа в решении экологических проблем. Опыт изучения и использования геоинформационных систем (ГИС) отечественными (Кошкарёв, Тикунов, 1997; Берлянт, 1995, 1996, 2001; Дементьев и др., 1996; Кочуров и др., 1994; Китов, Михеев, 1999; Лурье, 2002) и зарубежными (Майкл Н. Де Мерс, 1999; Vutogh P.A, McDonnell R.A, 1998; Jones C., 1997) исследователями наглядно доказал возможность оперативной обработки больших объемов геоэкологической информации. Подобные работы наиболее существенны при оценке состояния систем регионального уровня, а также для территориального планирования и управления ресурсами окружающей среды.

Рассмотрены принципы построения региональной экологической ГИС Тюменской области. Проанализированы и обобщены материалы по воздействию нефтегазового комплекса на окружающую природную среду Тюменской области, в результате чего показано, что практически все технологические процессы нефтегазодобычи являются потенциальными источниками загрязнения для различных компонентов ландшафта.

К экологическим проблемам Тюменской области, требующим приоритетного решения, следует отнести: механическое нарушение, нефтяное (химическое) загрязнение, а также проблему устойчивости ландшафтов к этим видам антропогенного воздействия.

Механическое повреждение поверхности, вызванное обустройством объектов месторождений углеводородов и строительством трубопроводов, а также добычей строительных материалов, меняет геоморфологические, геохимические и гидрологические характеристики ландшафта, активизирует эрозионные процессы, в результате чего иногда формируются качественно новые природно-территориальные комплексы. Результатом механического повреждения поверхности, в зависимости от интенсивности техногенного давления, характера грунтов и растительности, может быть частичное нарушение или полное уничтожение растительного покрова и почвы. Воздействию подвергаются грунтовые и поверхностные воды, образуя обширные участки подтопления и переосушения. Оказывается негативное воздействие и на животный мир, для которого изменяются условия обитания, создаются препятствия на путях миграции.

Все технологические процессы бурения, добычи и транспортировки газа неизбежно сопровождаются поступлением в окружающую среду комплекса химических веществ, которые меняют природную геохимическую обстановку и часто несут угрозу для биоты. Опасность химического загрязнения связана с тем, что оно попадает в мобильные сферы – атмосферу и гидросферу, которыми разносится на большие расстояния. Поэтому даже локальный источник может загрязнить огромные территории. Загрязнение окружающей среды при нефте- и газодобыче приводит к нарушениям в структуре биогеоценозов, вызывает неблагоприятные изменения в органах и тканях растений. Факты интенсивного загрязнения при добыче нефти и газа приводятся в многочисленных работах

(Дьяконов, 1980; Воеволова, 1987, 1988, 1989; Тентюков, 1990; Мазур, 1991; Козин, 1993, 1996; Московченко, 1998; 2000; Гольдберг и др., 2001).

Техногенный пресс на окружающую среду, оказываемый технологическим объектом или линейным сооружением, зависит не только от присущих ему имманентных свойств, качества строительства и эксплуатации, но и места расположения в природной среде. Оценка экологической промышленности объектов и инженерных сооружений должна быть основана на глубоком комплексном анализе свойств вмещающих природных систем; важным элементом подобного анализа является оценка их устойчивости. Оценка устойчивости должна соотноситься также с показателями функциональной экологической ценности геосистем.

В комплексном подходе к информационному обеспечению решения проблем рационального природопользования и охраны природной среды, имеющих, как правило, выраженный пространственный аспект, центральное место занимает эколого-географическое картографирование.

Поскольку глубина и объективность анализа зависят от объема имеющейся в наличии информации, ясно, что необходимым условием успешного прогнозирования экологической ситуации и является наличие баз данных, содержащих максимально полный объем информации по различным параметрам (качественным и количественным) окружающей природной среды. Неотъемлемым условием формирования баз данных является их картографическая обеспеченность. Для успешного анализа экологической ситуации необходимы карты, содержащие информацию о свойствах природной среды, об источниках техногенного воздействия на окружающую среду – местах их размещения, уровне влияния. При этом интегральным показателем свойств природной среды является ландшафтно-типологическая карта. На основе ее возможно создание серии производных карт (инвентаризационных, прогнозно-оценочных, функционального районирования территории) – пространственных моделей, наиболее полно, наглядно и объективно характеризующих все проблемные экологические ситуации, возникающие в ходе освоения природных ресурсов Тюменской области. Ландшафтная карта, несущая информацию не только о типологии, но и о генетических свойствах природных систем, о выполняемых ими функциях, о динамических свойствах с успехом может быть использована при оценке устойчивости. При этом для оценки устойчивости целесообразно иметь информацию, характеризующую какие-либо свойства ландшафтов, прямо на ландшафтной карте не отображенные. Это возможно при наличии серии электронных карт, пространственно совместимых, и «нагруженных» текстовой и числовой информацией. Поэтому необходимость создания единой картографо-информационной системы, содержащей ряд электронных версий сопряженных карт-словей (ландшафтных, экологических и их производных), а также электронной базы данных, совершенно очевидна.

Разработанная нами региональная экологическая ГИС обеспечивает техническую поддержку сбора, накопления первичных данных и представление информации о состоянии окружающей природной среды Тюменской области и направлена на решение следующих задач:

- инвентаризационных, включающих в себя изучение природных и антропогенных геосистем и их отдельных компонентов, особенностей природопользования,
- оценочных (оценка интенсивности антропогенного воздействия на природу, степень развития неблагоприятных факторов, оценка устойчивости ландшафтов к природ-

ным и антропогенным факторам);

- динамических (изучение изменений в природе и природопользовании посредством составления прогноза, основанного на выявленных тенденциях и темпах динамики).

Основные принципы разработки картографо-информационной базы, входящей в состав региональной экологической ГИС, сводятся к следующим положениям:

1. Картографо-информационная база представляет собой серию электронных карт (слоев), пространственные объекты которых содержат атрибутивную базу данных;

2. База состоит из слоев двух типов:

- основных, служащих для пространственной ориентации (топографическая основа);

- тематических, накладываемых на основу, и несущих информацию о свойствах окружающей природной среды – различных аспектах ее состояния, экзо – и эндогенных процессах и т.д.;

3. Картографированию подлежат:

- природно-территориальные комплексы различного ранга и их свойства (включая устойчивость)

- экологические ситуации, возникающие в ходе природной и антропогенной динамики ландшафтов Тюменской области;

- природные и антропогенные факторы, влияющие на состояние ландшафтов;

- природные объекты, имеющие значение для анализа экологической обстановки, для планировочной и природоохранной деятельности;

- эколого-геохимические параметры (содержание химических веществ в различных компонентах ландшафта);

4. Для обеспечения совместимости разрабатываемых карт с иными картографическими и информационными базами данных необходимо использование топографической основы в географической системе координат. Структура региональной экологической ГИС представлена на схеме (рис.1).

Инвентаризационный блок содержит картографическую информацию, включающую, как базовые цифровые топокарты, так и как карты, служащие основой для дальнейшего изучения характера и уровня антропогенного воздействия на окружающую природную среду. К инвентаризационному блоку также отнесены материалы дистанционного зондирования – космо – и аэрофотоснимки, привязанные к цифровой топооснове в географической системе координат.

Экологический блок включает карты, отражающие степень и характер антропогенного воздействия на окружающую природную среду (механическое нарушение и химическое загрязнение).

В оценочный блок вошли карты, отображающие устойчивость ландшафтов к техногенному давлению (механическому нарушению и нефтяному загрязнению). Вышперечисленные блоки являются открытыми системами и постоянно пополняются новыми данными.

Аналитический блок рассматривается как средство обработки данных и подготовки аналитической информации для принятия управленческих решений в сфере природоохранной деятельности. Он включает в себя математические и статистические методы обработки данных, метод экспертных оценок, анализ пространственно распределённых данных о природных и техногенных объектах, создание прогнозных карт.



Рис.1 Структура и состав региональной экологической ГИС

Геоинформационная оболочка обеспечивает выполнение функций системного характера, к которым относятся: создание и ведение баз данных, управление системой в целом, интерфейс пользователя и включает в себя информационный блок пользователя и блок формирования картографо-информационной базы.

Блок формирования картографо-информационной базы данных включает в себя программный инструментарий для создания и пополнения атрибутивной (с помощью

специализированных программ для ввода данных и различных операций с ними) и картографической (с применением ГИС-технологий) баз данных.

В информационно-пользовательском блоке осуществляется связь атрибутивной и картографической информации. Это позволяет посредством выборки, определяемой поставленной задачей, создавать новые картографические изображения, используемые для её решения. Задаваемые пользователем параметры данных атрибутивной базы позволяют выбрать из неё нужные значения, которые можно представить в графическом виде, посредством создания диаграмм, графиков, гистограмм. Если в процессе поиска пользователь задаёт в качестве одного из параметров определённые отрезки времени, появляется возможность вывода динамических изображений. Диалог с пользователем осуществляется с помощью интерфейса программного средства, запускающего в работу системные и прикладные компоненты.

Разработанная ГИС явилась основой для анализа экологической ситуации на территории Тюменской области и для оценки устойчивости природных систем к различным типам воздействия.

Глава 2. Анализ антропогенной нагрузки на ландшафты Тюменской области

В главе излагаются общие методические принципы определения степени техногенной нагрузки на геосистемы и проводится анализ двух основных видов техногенного воздействия (механического и геохимического) в региональном масштабе. Анализ техногенной нагрузки, наряду с определением устойчивости, имеет решающее значение для выявления экологических проблем и оптимизации природопользования. Экологическая оценка включает определение различных видов антропогенных (технических) воздействия на ландшафты, в том числе в зонах влияния (за пределами ареала непосредственного воздействия).

Механическое воздействие – наиболее распространённый вид воздействия в районах промышленного освоения на севере Западной Сибири. При анализе уровня механической нарушенности ландшафтов, как правило, используются два метода: прямой – путем дешифрирования данных дистанционного зондирования и косвенный – по числовым данным о количестве разнообразных техногенных объектов на единицу площади. Основное внимание в наших исследованиях было уделено нарушенности земель Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). При определении степени нарушенности на месторождениях ХМАО были использованы данные дешифрирования космоснимков из фондов ЗапСибРГЦ. По материалам дешифрирования построены карты нарушенности, рассчитана площадь нарушенных территорий отдельно для каждого месторождения и для округа в целом.

Расчеты, выполненные по 235 участкам нефтедобычи, свидетельствуют, что к категории нарушенных земель следует отнести территорию в 10885,8 км², что составляет 2.04% от общей площади округа. Подобные данные сопоставимы со сведениями о нарушенности на территории ЯНАО. По сравнению с промышленными густонаселенными районами, цифра в 2% невелика; согласно "Критериям экологической оценки обстановки для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия" при площади деградированных земель менее 5% экологическая ситуация относится к категории "относительно удовлетворительной". Однако следует отметить, что, во-первых, происходит неуклонное возрастание площади нарушенных земель; во – вторых, прямые нарушения зачастую активизируют неблагоприятные инженерно-геологические

процессы, что вызывает прогрессирующую деградацию земель; в-третьих, существует значительное число месторождений, в пределах которых экологическая ситуация должна быть оценена как "чрезвычайная" (площадь деградированных территорий – 50-75%).

Особую опасность для природных систем севера Западной Сибири представляет химическое загрязнение, происходящее в результате разливов нефти, нефтесодержащих продуктов (подтоварной воды, промывочной жидкости), пластовых вод, химреагентов (поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии, метанола и пр.) или выбросов в воздух продуктов сгорания топлива, паров и продувочных газов. Чтобы охарактеризовать уровень загрязнения в масштабе региона, в региональную картографо-информационную базу были введены результаты, полученные в ходе геохимического опробования основных природных сред, накапливающих загрязнители - почв, поверхностных вод, донных отложений, снегового покрова и растительности.

Оценка характера, уровня, опасности антропогенного воздействия на гидрохимические показатели рек Обского бассейна выполнена нами с использованием картографического и статистического анализов. В ходе полевых исследований исследовались химические и физико-химические и свойства воды (цветность, мутность). Местоположение точки отбора фиксировалось с использованием GPS-навигатора. Анализ проб поверхностных вод был проведен в аккредитованных химических лабораториях и включал в себя определение основных гидрохимических параметров (ионный состав, pH, минерализация), и веществ, относящихся к потенциальным загрязнителям окружающей среды – нефтепродуктов, соединений азота, фенолов, СПАВ, ряда тяжелых металлов (медь, свинец, хром, марганец, цинк).

Исследование состава речных вод ХМАО проводилось по следующим направлениям:

- Общая оценка гидрохимических параметров (состав природных вод, их типология, региональные гидрохимические особенности)
- Определение соответствия установленным экологическим нормативам (ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения)
- Определение источников и интенсивности антропогенного воздействия
- Выявления изменений состава вод по протяженности реки, в том числе с учетом изменения роли и силы влияния различных факторов формирования состава (природных и техногенных);
- Сравнение аналогичных водных объектов одного региона.

Проведенные исследования свидетельствуют, что речные воды ХМАО отличаются рядом гидрохимических особенностей. Для них характерна низкая минерализация, интенсивное окрашивание, вызванное присутствием в речных и озерных водах большого количества органических соединений, марганца и железа, малая прозрачность вод. Природными ландшафтно-геохимическими условиями (значительная заболоченность водосборных бассейнов) вызвано практически повсеместное превышение ПДК по железу и марганцу. Воды в подавляющем большинстве ультрапресные, низкоминерализованные, гидрокарбонатно-кальциевые I-го типа (содержание $\text{HCO}_3 > \text{Ca} + \text{Mg}$).

Воды рек практически повсеместно содержат повышенные количества нефтепродуктов, превышающие установленные нормативы. В результате исследований 2001 года был зафиксирован средний уровень содержания нефтепродуктов в реках округа, составляющий $0,13 \text{ мг/дм}^3$ (2.6 ПДК), в 2002 году среднее содержание нефтепродуктов состави-

ло 0,19 мг/дм³ (3,8 ПДК). В 2003 году, по результатам анализа более 300 проб, было выявлено, что содержание нефтепродуктов осталось практически на уровне предшествующих лет и в среднем составило 0,166 мг/дм³ (3,3 ПДК). Таким образом, для поверхностных вод округа в настоящее время характерно превышение ПДК по нефтепродуктам в среднем в 2,5- 4 раза. Содержание нефтепродуктов в речных водах ХМАО связано достоверной корреляционной зависимостью с содержанием аммонийного азота ($r = 0,24$), что свидетельствует о взаимосвязи загрязнения нефтепродуктами с коммунально-бытовыми стоками. Таким образом, существенный «вклад» в нефтяное загрязнение, помимо объектов инфраструктуры нефтедобывающего комплекса, вносят населенные пункты, в которых неуклонно возрастает число автомобильного транспорта. Однако основное количество загрязнений связано с нефтяными разливами. Можно достоверно отметить, что усредненный уровень содержания нефтепродуктов в речных водах ХМАО зависит от количества аварий на объектах добычи и транспортировки нефти. Проведенный статистический анализ свидетельствует, что среднегодовое содержание нефтепродуктов в реках ХМАО связано положительной корреляционной зависимостью с количеством нефтепродуктов, поступившим в окружающую среду округа в результате аварий ($r=0.68$).

Для общей оценки экологического состояния речных вод ХМАО был использован формализованный суммарный показатель химического загрязнения ПХЗ-10, рекомендованный для выявления территорий чрезвычайной экологической ситуации (Критерии..., 1992). Расчеты были проведены с использованием атрибутивной базы данных (путем автоматического формирования новых полей данных, полученных делением исходных данных на ПДК). Полученные результаты свидетельствуют, что ПХЗ-10, вычисленный для веществ, в наибольшей степени превышающих ПДК (аммонийный азот, Fe, Cu, Zn, Cr, Hg, Mn, фенол, нефтепродукты, АПАВ) весьма высок. Можно отметить, что речные воды ХМАО достаточно далеки от стандартов качества, предъявляемых к воде рыбохозяйственных водоемов, или воде для бытовых нужд населения. Точки с аномальными значениями ПХЗ-10 и ассоциация веществ-загрязнителей, вызвавших аномальность качества воды, представлены на рис. 2.

При всей информативности химических показателей природных вод необходимо отметить, что для достаточно объективной оценки экологической ситуации их можно использовать, только имея долговременный ряд наблюдений. Химический состав вод отличается высокой сезонной и погодичной вариабельностью, как вследствие природных (уровень водности, соотношение источников питания) так и антропогенных факторов. Более надёжный индикатор долговременного загрязнения – донные отложения, химический состав которых можно рассматривать в качестве интегрального показателя загрязнения, как во временном, так и в пространственном аспектах. Интенсивное нефтяное загрязнение, характерное для территории ХМАО, оказало существенное влияние на химический состав донных отложений, как для Оби, так и ее притоков характерно повышенное содержание нефтепродуктов в донных осадках (Уварова, 1995; Московченко, 1998).

В ходе исследований в картографо-информационную базу занесены результаты геохимического опробования донных отложений ХМАО. В пробах был выполнен анализ химических компонентов, приоритетных при анализе экологической обстановки в водных объектах ХМАО: нефтепродуктов, хлоридов, ряда металлов (медь, марганец, железо, цинк, хром).

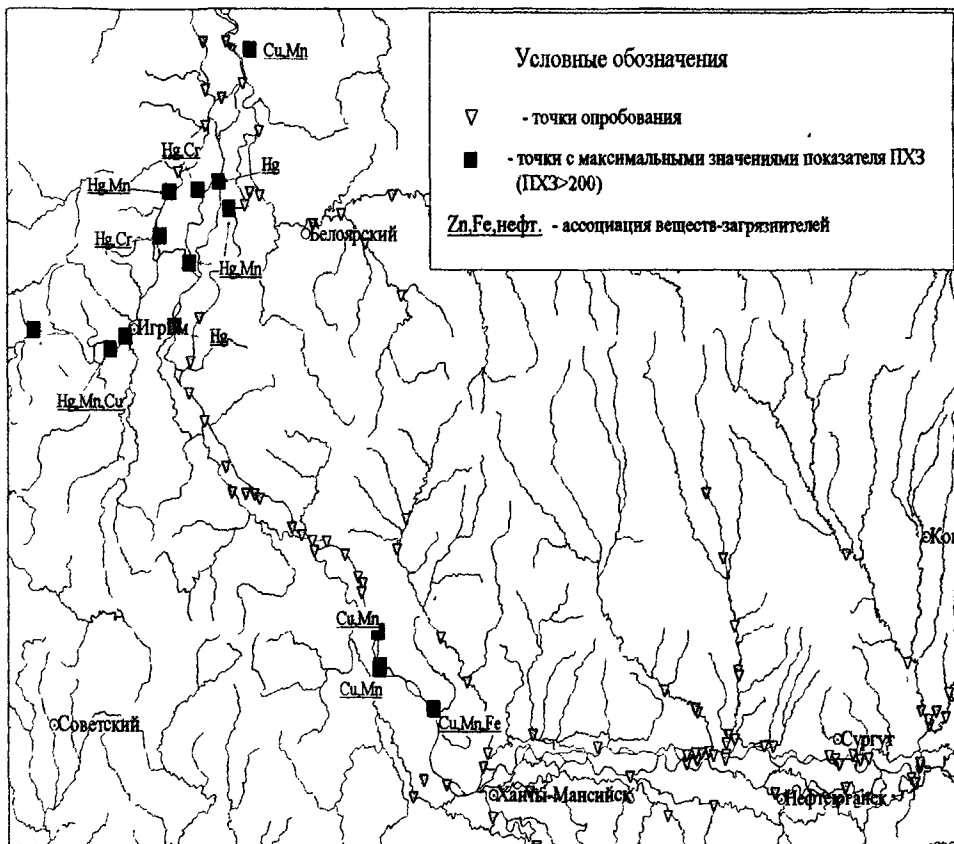


Рис. 2. Участки с наиболее высокими суммарными показателями загрязнения ПХЗ-10

Результаты химических анализов донных отложений, занесенные в картографо-информационную базу, свидетельствуют о высокой степени загрязненности. Большинство проб донных отложений отличаются высокими концентрациями нефтяных углеводородов, значительно превышающими установленный на территории ХМАО предельно-допустимый уровень 0,02 г/кг. Около половины (42%) проанализированных образцов имеют концентрацию нефтепродуктов в интервале от 0.05 до 0.2 г/кг, и относятся к категории "загрязненных". 12% образцов относятся к категориям "грязных" и "очень грязных".

Для определения степени влияния нефтяного загрязнения на химический состав гидрологических объектов был проведен анализ зависимости содержания нефтепродуктов в донных отложениях от уровня аварийности на объектах нефтедобычи. Статистические данные о количестве аварий и объемах разлитой нефти по отдельным предприятиям - недропользователям и по лицензионным участкам нефтедобычи были занесены в карто-

графо-информационную базу с выделением проб, отобранных в пределах лицензионных участков нефтедобычи. Затем проведено сопоставление содержания нефтепродуктов в донных отложениях и показателей аварийности. Проведенный корреляционный анализ свидетельствует о высокой положительной зависимости ($r=0,56$) между этими величинами, что позволяет сделать вывод о прямой зависимости экологического состояния от соблюдения требований экологически безопасного природопользования.

Наиболее эффективно проявляются возможности обработки эколого-геохимической информации с использованием ГИС-методов при крупномасштабном картографировании (построении картографо-информационных баз локального уровня).

Картографо-информационный анализ загрязнения на локальном уровне проведен для двух типов территорий, отличающихся по функциональной принадлежности, типам и интенсивности техногенеза: для лицензионных участков нефтедобычи в Среднем Приобье и для территории г. Тюмени.

Для ряда месторождений в настоящее время предприятиями-недропользователями проведено обследование нефтезагрязненных участков с их точным картированием топографическими методами. Это необходимо для рекультивации загрязненных земель. Ряд крупномасштабных карт нефтезагрязненных земель был занесен нами в картографо-информационную базу с целью определения среднего уровня нефтяного загрязнения, характерного для длительно разрабатываемых месторождений (Самотлорского, Фёдоровского, Северо-Варьганского и др.)

Опыт проведенных исследований, вместе с анализом статистики по аварийности на объектах нефтегазового комплекса, показал, что для территории разрабатываемых месторождений площадь загрязненных земель составляет 2-5% от общей площади месторождения. Однако при несоблюдении принципов экологически безопасного природопользования площадь нефтезагрязненных земель весьма выше. Для обследованного участка Самотлорского месторождения в 36 из 56 точках опробования отмечено содержание нефтепродуктов свыше 500 мг/кг. Сходная картина наблюдается на территории Ватинского, Мало-Черногорского, Северо-Варьганского, Поточного, Холмогорского и многих других месторождений.

Геоинформационный анализ загрязнения г. Тюмени нефтепродуктами и 3-4-бензпиреном в качестве разработанного нами блока эколого-геохимической информации вошел в состав экологической ГИС г. Тюмени и направлен на определение уровня загрязнения территории города, его источников и потенциальной опасности для населения.

Картографическая основа экологической ГИС содержала информацию о структуре городской застройки, транспортных магистралях, функциональном зонировании городской территории. Точки геохимического опробования были нанесены на картографическую основу, в атрибутивную базу были внесены результаты химических анализов. В структуре базы, помимо данных о содержании химических веществ, содержится информация о кратности содержания относительно ПДК. По данным опробования был выполнен анализ экологической обстановки и построена серия карт, отражающих распределения загрязнителей, на которых выделены точки, приуроченные к зонам промышленного использования, селитебной зоны, рекреационной и др. Проведенный статистический и картографический анализ выявил, что максимальное загрязнение нефтепродуктами характерно для промышленной зоны города, а загрязнение бензпиреном наиболее характерно для зоны одноэтажной застройки. Объяснением этому факту является то, что

3,4-бензпирен является веществом, образующимся в процессе горения, причем наиболее интенсивно этот процесс протекает при низкотемпературном горении. Преобладающее в зоне одноэтажной застройки печное отопление и является источником несколько повышенных концентраций этого вещества. В дополнение, крайне высокие концентрации бензпирена были зафиксированы на нескольких пустошах в зоне одноэтажной застройки, на которых проводилось местным населением сжигание бытовых отходов. Загрязнение почв города 3,4-бензпиреном имеет полигенное происхождение. Другим источником ПАУ являются выхлопные газы автотранспорта. Высокие концентрации 3,4-бензпирена выявлены в западной и центральной частях города, вблизи основных транспортных магистралей. Еще один источник ПАУ – это воздушный перенос из района железнодорожного узла. Также, несомненно, – крупным источником загрязнения являются городские ТЭЦ. Отчетливо наблюдаются два ореола 3,4-бензпирена, которые протягиваются в юго-западном направлении от ТЭЦ-1 и ореол в юго-восточной части города, где располагается ТЭЦ-2.

Ореолы повышенного содержания нефтепродуктов в почвах связаны с высокой концентрацией автотранспорта. Загрязнение, связанное со сливом отработанных масел и разливом нефтепродуктов имеет место на участках массовых парковок, автозаправок. При этом там, где сливаются отработанные масла, в нефтепродуктах наблюдаются высокие концентрации канцерогенных углеводородов.

Глава 3. Эколого-географический анализ устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям

Устойчивость природных систем определяется, как способность сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Рассматривая методические подходы к оценке устойчивости геосистем, можно отметить, что устойчивость как интегральная характеристика включает геохимическую устойчивость, биологическую устойчивость и физическую устойчивость почв и литогенной основы. Наиболее часто для оценки интегральной устойчивости экосистем используются оценка набора необходимых параметров, для которых выполняется ранжирование их свойств и экспертная оценка.

В наших исследованиях была проведена оценка устойчивости ландшафтов к механическим нарушениям (физическая устойчивость) и к загрязнению, в первую очередь к нефтяному (геохимическая устойчивость). Выбор этих двух типов воздействия и, соответственно, двух типов устойчивости обусловлен региональной спецификой геоэкологических проблем Тюменской области.

Для ряда участков перспективного освоения месторождений нефти и газа нами была проведено крупномасштабное картографирование природно-территориальных комплексов и выполнена оценка устойчивости к механическим нарушениям и химическому загрязнению. В качестве примера рассматривается карта устойчивости ландшафтов участка проектируемой разработки Ново-Уренгойского месторождения, расположенного в пределах Северо-Надым-Пуровской провинции лесотундровой равнинной широтно-зональной области. Формирование ландшафтно-экологической структуры на территории трассы трубопровода обусловлено комплексным взаимодействием литогенного, гидрологического, климатического, криогенного, биогенного и антропогенного факторов ландшафтной дифференциации. Описываемый район относится к районам со слабым

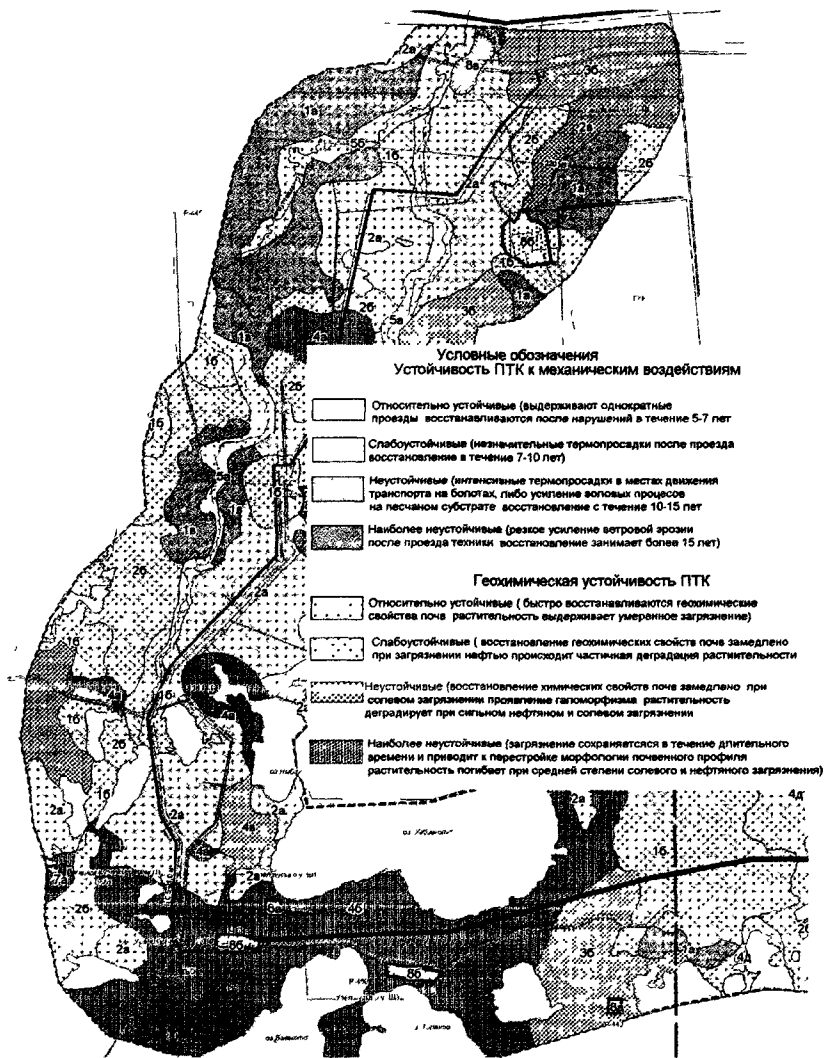


Рис.3. Ново-Уренгойское месторождение. Устойчивость к механическим воздействиям и геохимическая устойчивость (фрагмент карты)

восстановительным потенциалом растительного покрова, высокой опасностью проявления экзогенных процессов, слабым потенциалом самоочищения ландшафтов

На основании проведенных полевых исследований нами была составлена классификационная схема ландшафтных комплексов и ландшафтно-типологическая карта трассы трубопровода. При составлении ландшафтной карты проектируемого коридора трубопровода основной картографируемой единицей избран тип урочища, соответствующий рангу мезогеохор по классификации В.Б. Сочавы. Критериями выделения были характер мезо- и микрорельефа и особенности растительного покрова (видовой состав, проективное покрытие).

При оценке устойчивости к механическим нарушениям критериями выделения типов устойчивости явились способность почвенно-растительного покрова противостоять механическому воздействию и активизации термоэрозионных процессов, а также способность к восстановлению. Научно-методической основой подобного подхода являются работы, в которых исследовалась взаимозависимость процессов деградации ландшафтов и степень сохранности почвенно-растительного покрова, его динамики и восстановительного потенциала.

Вышеперечисленные принципы послужили основой для подразделения выделенных типов урочищ по степени устойчивости к механическим нарушениям. В атрибутивную базу данных электронного варианта ландшафтно-типологической карты были занесены баллы устойчивости, по которым проведено построение карты устойчивости к механическим нарушениям.

Далее был проведен расчет устойчивости к химическому загрязнению. Определение геохимической устойчивости ландшафтных комплексов проектируемой трассы было проведено с учетом упоминаемых уже критериев, от которых, согласно М.А. Глазовской зависит их устойчивость к загрязнению, то есть к скорейшему выносу загрязнителей за пределы ландшафта. Показатели, определяющие устойчивость, были внесены в атрибутивную базу данных, после чего проведена экспертная оценка (в баллах), рассчитан суммарный интегральный показатель и проведено выделение типов устойчивости. Фрагмент карты устойчивости ландшафтов к механическому и химическому воздействию представлен на рисунке 3.

По результатам расчетов максимальной геохимической устойчивостью отличаются геосистемы, находящиеся в условиях постоянного дренажа и имеющие хорошую теплообеспеченность - высоко орографически расположенные дренируемые участки с редкостойными березово-лиственничными лесами, склоны водораздельных увалов с ерниковыми кустарничково-лишайниковыми тундрами. Наименьшую устойчивость имеют замкнутые котловины на месте приозерных понижений и спущенных озер, однородные топяные болота. В пределах этих участков загрязнение будет сохраняться в течение длительного периода времени. Также к неустойчивым отнесены пойменные сообщества, где загрязнители способны к быстрому проникновению в речные воды и, соответственно, способны распространяться на значительные расстояния, приводя к деградации водных экосистем.

Глава 4. Применение ГИС в геоэкологическом картографировании особо охраняемых природных территорий (на примере природного парка Нумто).

Организация особо охраняемых природных территорий (ООПТ) традиционно считается одним из самых действенных и радикальных средств в решении экологических проблем. Эффективное функционирование ООПТ невозможно без соответствующего картографического обеспечения. Нами было проведено экологическое картографирова-

ние территории с применением ГИС-технологий природного парка «Нумто» (Белоярский район Ханты-Мансийского автономного округа). Территория парка составляет около 560 тыс. га и включает природные комплексы, имеющие особую экологическую и историко-культурную ценность. Организация парка обусловлена проблемой сохранения экосистем центральной части Западно-Сибирской равнины, которые одновременно являются ресурсными угодьями для коренного населения. Воздействие геологоразведки и нефтедобычи до недавнего времени было весьма спорадическим, что придает району особую ценность как своеобразного резервата ненарушенных экосистем.

Исследования парка включали в себя: детальные исследования ключевых участков, пешеходные маршруты, аэровизуальные наблюдения, анализ аэрофотоснимков и лесоустроительных материалов. Природоохранное картографирование территории парка было нацелено на решение следующих задач:

1. Инвентаризация, т. е. составление карт, отображающих типологический состав природных комплексов (геоботаническая, почвенная, ландшафтная карты);
2. Составление специальных оценочных карт на основании анализа инвентаризационных тематических карт (карта пожароопасности, карта устойчивости ландшафтов к механическим нарушениям, карта функции растительного покрова);
3. Выделение нуждающихся в охране природных комплексов, к которым относятся: редкие и реликтовые, выполняющие водоохранные функции, имеющие ресурсное значение для коренного населения, а также эталонные ландшафты, типичные для данной природной зоны.

В инвентаризационном картографировании, отражающем типологический состав природных комплексов, центральное место занимает создание фитоэкологической карты. При ее составлении были использованы материалы лесоустройства в цифровом формате. В результате была разработана легенда и составлена карта типов лесов парка "Нумто". Составленная карта явилась основой для составления фитоэкологической карты, для чего было проведено совмещение электронной карты лесоустройства и аэрофотоснимков в цифровом формате, их дешифрирование, выделение типологических единиц растительного покрова, разработка окончательного варианта легенды фитоэкологической карты, заполнение видоизменённой атрибутивной базы данных электронной карты лесоустройства (добавление рассчитанных автоматизировано площадей каждого выдела, номеров легенды), составление фитоэкологической карты путём запросов из базы данных.

На этапе инвентаризационного картографирования с использованием описанной методики были составлены карты, характеризующие особенности природной среды парка – ландшафтная, почвенная, карта ландшафтного районирования. Инвентаризационное картографирование позволило провести учёт единиц растительного покрова для общегеоботанической и ресурсно-хозяйственной оценки и послужило основой для составления ряда оценочных карт.

Использование индикаторных признаков растительного покрова позволило на основании анализа фитоэкологической карты разработать серию карт оценочного направления: устойчивости фитоценозов к механическому воздействию, пожароопасности.

Не менее важной задачей для особо охраняемых территорий является учёт такого сильного фактора техногенного воздействия, как промышленное и бытовое загрязнение территории, а также оценка устойчивости к нему.

Оценка геохимической устойчивости ландшафтов парка “Нумто” основывалась на вышеописанной методике. Результаты расчетов и картографирования свидетельствуют, что наиболее устойчивы к загрязнению орографически наиболее высоко расположенные облесённые участки водораздельных увалов и участки поймы с травяно-кустарничково-моховыми и лугово-болотными растительными сообществами, в которых поёмность, относительно высокая теплообеспеченность определяют интенсивный вынос и разложение поллютантов. Низкой устойчивостью к загрязнению обладают ландшафты с застойным водным режимом – бугорковато-мочажинные болота, депрессии на месте спущенных озёр, субкавальные ландшафты.

Всесторонний анализ карт послужил основой выделения растительных сообществ, подлежащих первоочередной охране. К таковым отнесены: лесные сообщества, выполняющие водорегулирующую функцию, сообщества - эталоны, характеризующие наиболее типичные растительные комплексы лесоболотной зоны Западной Сибири, сообщества, которые могут быть отнесены к водно-болотным угодьям, редкие фитоценозы.

Таким образом, прогнозно-оценочное картографирование позволяет выявить региональную специфику природных условий, местных традиций природопользования, их сочетания с факторами, лимитирующими продуктивность и определяющими устойчивость экосистем. Полученные данные позволяют определить степень допустимых нагрузок в разных экосистемах и обосновать дифференцированный подход к распределению допустимых видов деятельности.

Составленный комплекс карт и данных был использован при проведении функционального зонирования парка.

Основные результаты и выводы:

1. Определены основные факторы, неблагоприятно влияющие на экологическую ситуацию в Тюменской области, в соответствии с ними разработана и реализована на практике методика комплексного тематического картографирования для эколого-географической оценки территорий с использованием современных геоинформационных технологий. Разработана региональная экологическая геоинформационная система Тюменской области. Таким образом, решена основная задача диссертации - доказана необходимость и эффективность создания единой картографо-информационной системы, содержащей ряд электронных версий сопряжённых карт-слоёв (ландшафтных, экологических и их производных), а также электронного банка данных, обеспечивающего удобство поиска, применения и полноту информации.

2. Обосновано использование при создании картографо-информационной базы региональной экологической ГИС ландшафтного подхода, обеспечивающего выявление относительно однородных условий для принятия решений в проектировании, мониторинге, управлении природопользованием и разработке системы экологических ограничений использования территорий. По результатам геоинформационного моделирования устойчивости ландшафтов к нефтяному загрязнению выделены ландшафтные районы, наиболее неустойчивые к этому типу техногенного воздействия.

3. Картографо-информационный анализ экологической ситуации на региональном уровне позволил сделать следующие выводы:

- На участках нефтедобычи происходит возрастание площади нарушенных земель, прямые нарушения зачастую активизируют неблагоприятные инженерно-геологические процессы, что вызывает прогрессирующую деградацию земель. Сущест-

вуют месторождения, в пределах которых площадь антропогенно-трансформированных участков превышает 50% территории.

- Нефтяное загрязнение разрабатываемых месторождений прослеживается на территории, охватывающей от 1 до 5 % площади месторождения.

- На территории Тюменской области существует ряд объектов гидросферы, характеризующихся хроническим загрязнением. К таким необходимо отнести реку Ватинский Еган в районе Самотлорского и Ватинского месторождений, в которой содержание хлоридов постоянно превышает уровень природного фона вследствие загрязнения минерализованными пластовыми водами.

- Степень загрязненности донных отложений нефтепродуктами находится в зависимости от уровня аварийности; следовательно, экологическое состояние водоемов определяется соблюдением норм природопользования. Результаты химических анализов донных отложений, занесенные в картографо-информационную базу, свидетельствуют о высокой степени загрязненности. Большинство образцов имеют концентрацию нефтепродуктов в интервале от 0.05 до 0.2 г/кг, что относится к категории "загрязненных".

4. Выявлены особенности цифрового тематического картографирования на локальном (городском) уровне. Для этого был изучен и смоделирован характер техногенного загрязнения города Тюмени. Эколого-геохимические параметры применены для муниципальной ГИС Тюмени. После изучения экологической обстановки города выявлены причины загрязнения городских ландшафтов, проведен анализ распределения загрязнителей по различным функциональным зонам города. Отмечено, что ореолы повышенного содержания нефтепродуктов и ПАУ в почвах связаны с высокой концентрацией автотранспорта; максимальное загрязнение нефтепродуктами характерно для промышленной зоны города.

5. На примере природного парка "Нумто" проанализированы особенности геoinформационного обеспечения охраняемых природных территорий. С учётом природных и социокультурных особенностей была разработана структура картографо-информационной базы парка и создана серия электронных тематических карт (как инвентаризационных, так и прогнозно-оценочных). Полученные данные позволили определить степень допустимых нагрузок в разных экосистемах и обосновать дифференцированный подход к распределению допустимых видов деятельности. Итогом стало выделение функциональных зон парка и составление карты-схемы функционального зонирования. Приоритетным подходом при проведении функциональной дифференциации территории природного парка "Нумто" признан ландшафтно-фитоэкологический подход.

Публикации по теме диссертации

1. Тигеев, А.А. Значение экологического картографирования в охране окружающей среды Тюменской области // Московченко Д.В., Иванова Н.В., Тигеев А.А. // Окружающая среда: Материалы научно-практической конференции. ТюмГУ. – Тюмень, 1998. – С.27-28.

2. Тигеев, А.А. Цифровое тематическое картографирование города Новый Уренгой // Московченко Д.В., Тигеев А.А. // Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией: Материалы межвузовской научной конференции. ТюмГУ. – Тюмень, 1999. – С.52-53.

3 Тигеев А. А. Цифровое тематическое картографирование проблемных экологических ситуаций в Тюменской области // *Материалы 4-ой международной конференции "Освоение Севера и проблемы природовосстановления"*, Сыктывкар, 2000. - С.145-150.

4. Тигеев А. А. Цифровое картографирование устойчивости ландшафтов Тюменской области к нефтяному загрязнению // *Абрамова А.В., Козин В.В., Московченко Д.В., Тигеев А.А. // Материалы второй всероссийской конференции "Проблемы региональной экологии"*. – Новосибирск, СО РАН, 2000. - С.97-101.

5. Тигеев А.А. Принципы построения обзорной региональной геоинформационной системы для анализа экологической ситуации в Тюменской области // *Материалы международной науно-практической конференции "Геоинформатика 2000"*. – Томск. Изд-во ТомГУ, 2000. - С. 177-180.

6. Тигеев А. А. Создание региональной геоинформационной системы, для анализа экологической ситуации в Тюменской области // *Козин В. В., Московченко Д. В., Тигеев А. А. // Материалы всероссийской научно-практической конференции "Геоэкологические аспекты функционирования хозяйственного комплекса Западной Сибири"*. – Тюмень, 2000. - С.38-41.

7 Тигеев А. А. Картографическая информационная база экологически значимых факторов Тюменской области // *Абрамова А. В., Козин В. В., Московченко, Тигеев А. А. // Вестник экологии лесоведения и ландшафтоведения*. - Тюмень, Изд-во Института проблем освоения Севера СО РАН, 2000. - С. 140-147.

8 Тигеев А. А. Опыт решения проблемы разобщённости экологических данных и отсутствия единой системы хранения и обработки картографо-экологической информации на примере Тюменской области // *Материалы 5-ой международной конференции "Освоение Севера и проблемы природовосстановления"*, Сыктывкар, 2001. - С. 244-246.

9. Тигеев А.А. Структура картографо-информационной базы факторов экологического риска Тюменской области // *Материалы девятого научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока*. – Иркутск, 2001. – С. 187-192.

10. Тигеев А. А. Картографо-информационная база данных о загрязнении окружающей среды в Тюменской области // *Московченко Д.В., Иванова Н. В., Тигеев А. А. // Проблемы взаимодействия человека и природной среды*. – Тюмень: Изд-во Института проблем освоения Севера СО РАН, 2001. – С. 126-132.

11. Тигеев А. А. Геоинформационная модель экосистемы // *Коновалов А. А., Тигеев А. А. // Материалы научной конференции "Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией"* - Тюмень: ТюмГУ, 2003. – С. 45-49.

12. A.Tigeev. Deformation Model regarding Development of Ecogeosystems // *A.Konovarov, D.Moskovchenko, A.Tigeev. // Материалы международной конференции "EESFEA-2003"*. - Томск: Томский научный центр СО РАН, 2003. – С. 211-215.

13. Тигеев А. А. Анализ уровня загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод и донных отложений водно-болотного угодья "Верхнее Двубье" // *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. – Тюмень: Изд-во Института проблем освоения Севера СО РАН, 2003. – С 145-150

14. Тигеев А. А. Оценка устойчивости ландшафтных комплексов при крупномасштабном картографировании // *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. – Тюмень: Изд-во Института проблем освоения Севера СО РАН, 2005. – С 164-169.

Подписано в печать 13.02.06.
Формат 60x84 1/16. Объем 1,2 усл. п. л. Уч. изд. л. 1,3.
Бумага офсетная. Гарнитура TimesNew Roman. Тираж 100 экз.
Отпечатано в ООО «Ирвин», г. Тюмень, ул. Советская 55/8.



2006A

3708

№ - 3708