

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

На правах рукописи



Николаева Ольга Николаевна

Методология геоинформационного моделирования
и картографирования состояния природных ресурсов региона
для рационального природопользования

25.00.33 – Картография

Диссертация на соискание ученой степени доктора
технических наук

Научный консультант –
доктор технических наук,
профессор
Трубина Людмила Константиновна

Новосибирск – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	15
1.1 Исторический очерк и современное состояние картографирования природных ресурсов	15
1.2 Источники исходных данных современного природно-ресурсного картографирования	31
1.3 Анализ современных геоинформационных продуктов природно-ресурсной тематики	79
2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОГО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНА	96
2.1 Инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных как средство развития и упорядочивания природно-ресурсного геоинформационного пространства региона	96
2.2 Определение объекта учета в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных	103
2.3 Организация природно-ресурсных пространственных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных	107
2.4 Информационные потоки внутри инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных	109
2.5 Геоинформационное моделирование природно-ресурсных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных	112
2.6 Картографический анализ и визуализация природно-ресурсных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных	118

3 НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА.....	128
3.1 Основные положения о системе цифровых картографических моделей природных ресурсов региона.....	128
3.2 Территориальная интерпретация природно-ресурсных данных при создании системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона.....	136
3.3 Принципы проектирования и структурный состав системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона.....	142
3.4 Источники общегеографических и тематических данных для создания системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона	155
3.5 Интеграция разнородных природно-ресурсных данных в процессе создания цифровых картографических моделей природных ресурсов региона	172
3.6 Использование системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона для информационного обоснования решений по управлению природными ресурсами.....	179
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ	183
4.1 Роль цифровых картографических моделей природных ресурсов в геоинформационном моделировании природно-ресурсных данных	183
4.2 Принципы формализации процесса создания цифровых картографических моделей природных ресурсов.....	184
4.3 Алгоритмизация выбора способов картографической визуализации запрошенных данных в географической информационной системе	189

4.4 Проектирование системы условных обозначений цифровых картографических моделей природных ресурсов	199
4.5 Технологическое решение для интерактивного создания цифровых картографических моделей природных ресурсов	211
5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	217
5.1 Объект картографирования в системе цифровых картографических моделей биологических ресурсов региона.....	217
5.2 Проектирование цифровой общегеографической основы подсистемы цифровых картографических моделей биологических ресурсов	221
5.3 Проектирование подсистемы цифровых картографических моделей растительных ресурсов региона	229
5.4 Создание картографического обеспечения для решения задач по управлению природными ресурсами в подсистеме цифровых картографических моделей лесных ресурсов Новосибирской области	249
5.5 Основные положения по проектированию подсистемы цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов региона.....	264
5.6 Подходы к проектированию тематического содержания цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов	271
5.7 Проектирование системы условных обозначений подсистемы цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов Новосибирской области	283
5.8 Создание картографического обеспечения для решения задач по управлению фаунистическими ресурсами в подсистеме цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов Новосибирской области	304
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	313
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	316
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	317

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	319
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	366
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТОПИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	369
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ И ТОПИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФАУНИСТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	373

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Запасы и разнообразие природных ресурсов лежат в основе экономического благополучия государства, а их экономное и эффективное использование является необходимым условием успешного социально-экономического развития в долгосрочном периоде. Согласно Указу Президента Российской Федерации от 07.07.2011 г., рациональное природопользование включено в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. В современных условиях модернизации и повышения конкурентоспособности российской экономики одним из главных факторов рационализации хозяйственной деятельности становится обеспеченность управленческих органов актуальной информацией о природно-ресурсном потенциале регионов.

Развитие методической и технологической базы наук о Земле постоянно предоставляет новые возможности по сбору, обработке и преобразованию данных о природных ресурсах. Повышение информативности дистанционных методов исследования Земли, совершенствование технологий геоинформационного моделирования и картографирования создают все предпосылки для получения расширенного объема природно-ресурсных данных, использование которых в системе государственного управления природопользованием позволило бы существенно повысить обоснованность принятия управленческих решений в условиях возрастающего дефицита природных ресурсов и необходимости их экономической эксплуатации.

Однако имеющийся информационный и технологический потенциал не используется в полной мере по причине отсутствия методологических и технологических разработок, обеспечивающих интеграцию, геоинформационное моделирование и визуализацию разнородных природно-ресурсных данных (материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), государственных кадастров, статистики и мониторинга, лазерного сканирования и пр.) для управления природными

ресурсами региона. Сформировалось научное противоречие, выражающееся в том, что постоянное увеличение количества собираемых природно-ресурсных данных не приводит к повышению информативности и репрезентативности цифровой картографической продукции, используемой органами управления при обосновании мероприятий по рациональному природопользованию.

Научная проблема, обусловленная этим противоречием, заключается в отсутствии подхода к интеграции, геоинформационному моделированию и картографированию разнородных природно-ресурсных данных для получения и предоставления пользователю новых знаний о состоянии и возможностях перспективного использования природных ресурсов региона.

Концептуальное решение поставленной проблемы заключается в разработке методологии геоинформационного моделирования и картографирования состояния природных ресурсов, основанной на формировании единого природно-ресурсного геоинформационного пространства региона, и его интерактивном картографическом отображении для анализа и прогноза запасов и направлений использования природных ресурсов при обосновании управленческих решений.

Степень разработанности темы. На сегодняшний день картографирование природных ресурсов является самостоятельной отраслью тематического картографирования. В ее становление и развитие внесли большой вклад Салищев К. А., Заруцкая И. П., Красильникова Н. В., Востокова Е. А., Кельнер Ю. Г., Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Киенко Ю. П., Скатерщиков С. В., Амелин А. В., Шевченко Л. А., Козлова Т. С., Сущень В. А., Воробьева Т. А., Концов С. В., Сомова В. И., Невяжский И. И. и др. Накопленный опыт и традиции тематического картографирования развиваются и модернизируются кафедрой картографии МИИГАиК под руководством Верещаки Т. В. при участии Бугаевского Л. М., Васмута А. С., Сладкопевцева С. А., Подобедова Н. С., Билич Ю. С., Зверева А. Т., Портнова А. М. и др.

Современные исследования в области моделирования и визуализации природно-ресурсных данных прочно опираются на теоретико-методический аппарат

геоинформационного моделирования и картографирования, обоснованный и разработанный Капраловым Е. Г., Кошкаревым А. В., Тикуновым В. С., Берлянт А. М., Васмутом А. С., Журкиным И. Г., Симоновым Ю. Г., Лисицким Д. В., Бугаевским Л. М., Цветковым В. Я., Карпиком А. П., Коноваловой Н. В., Жалковским Е. А., Халугиным Е. И., Мартыненко А. И. и др. Существующие принципы и нормы проектирования систем условных знаков и оформления природно-ресурсных картографических произведений базируются на картосемиотических исследованиях Назарова В. Н., Лютого А. А., Асланикашвили А. Ф., Бочарова М. К. и др.

Атласному картографированию природных ресурсов России и ее регионов посвящена деятельность Лаборатории комплексного картографирования географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва) под руководством Тикунова В. С. при участии Котовой Т. В., Губанова М. Н., Карпович Л. Л., Киселевой Н. М. и др. Разноаспектные исследования по использованию материалов космических съемок для геоинформационного картографирования общегеографической, природно-ресурсной и экологической обстановки выполняются Региональным центром космических технологий и услуг Байкальского региона под руководством Пластинина Л. А., при участии Тулохонова А. К., Батуева А. Р., Корытного Л. М., Ступина В. П., Олзоева Б. Н., Котельниковой Н. В., Клевцова Е. В., Гагина В. Е., Батуева Д. А. и др. Исследования в области геомониторинга природной среды и природных ресурсов Западной Сибири ведутся в Сибирском государственном университете геосистем и технологий научными школами Зяtkовой Л. К., Лесных И. В., Трубиной Л. К.

Деятельность вышеперечисленных и ряда других научно-исследовательских организаций России обусловила важную роль карт природных ресурсов как информационного обеспечения при решении задач в сфере экономического планирования и рационального использования территорий. Однако основополагающим трудом, систематизирующим научно-методические и технологические достижения природно-ресурсного картографирования, до сих пор остается «Картографи-

рование природных условий и ресурсов» Заруцкой И. П. и Красильниковой Н. В., опубликованное в 1988 г. [91].

Цель и задачи исследования. Целью исследования является разработка методологии геоинформационного моделирования и картографирования состояния природных ресурсов для управления природопользованием региона. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- проанализировать порядок сбора и систематизации разнородных природно-ресурсных данных;
- сформулировать концепцию инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных региона, регулирующую и оптимизирующую процесс сбора исходных данных для геоинформационного моделирования региона;
- обосновать понятие природно-ресурсной геоинформационной модели региона для геопространственного моделирования упорядоченной совокупности разнородных природно-ресурсных данных региона;
- разработать научно-методические основы создания системы цифровых картографических моделей природных ресурсов для получения и визуализации нового знания о состоянии природных ресурсов региона;
- разработать методику селекции и интеграции разнородных природно-ресурсных данных для формирования цифровых картографических моделей природных ресурсов;
- разработать технологическое решение интерактивного создания цифровых картографических моделей природных ресурсов;
- практически представить систему цифровых картографических моделей биологических ресурсов на примере Новосибирской области.

Научная новизна:

- выполнены теоретические разработки по геоинформационному моделированию и картографированию состояния природных ресурсов для формирования единого природно-ресурсного геоинформационного пространства региона;

– предложен новый подход к геоинформационному моделированию данных для оптимизации управления природными ресурсами при ведении рационального природопользования, заключающийся в создании природно-ресурсной геоинформационной модели региона;

– обоснован новый картографический инструментарий для визуализации и предоставления пользователю нового знания о состоянии природных ресурсов – система цифровых картографических моделей природных ресурсов региона.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлена недостаточность теоретической базы природно-ресурсного картографирования в части интегрированного анализа, моделирования и визуализации обширных массивов неупорядоченных разнородных природно-ресурсных данных для планирования и управления природопользованием.

Предложен и обоснован подход к систематизации и интеграции разнородных природно-ресурсных данных, основанный на картографическом методе исследования и обобщающий передовой опыт тематического и геоинформационного картографирования.

Разработан инструментарий для интеграции, моделирования и картографической визуализации разнородных природно-ресурсных данных для получения новых знаний о природных ресурсах региона.

Разработаны научно-методические основы создания нового вида картографических произведений – системы цифровых картографических моделей природных ресурсов, предназначенной для обоснования эффективных пространственных решений в области управления природными ресурсами.

Создана система цифровых картографических моделей биологических ресурсов на примере Новосибирской области, систематизирующая и визуализирующая разнородные природно-ресурсные данные (материалы аэрокосмической съемки лесов, данные лесного кадастра, кадастра животного мира, статистической отчетности) для ведения лесного и охотничьего хозяйства.

Результаты исследований предполагается использовать как информационную и организационную основу для планирования и разработки мероприятий по организации и рациональному ведению природопользования в пределах региона, для формирования единой системы учета и оценки природных ресурсов, природно-ресурсного потенциала и перспектив его использования.

Методология и методы исследования включали системный анализ, структурное моделирование, формализацию, картографический метод исследования, методы ГИС-анализа. Эмпирическая база исследования включала тематически обработанные данные дистанционного зондирования, материалы государственных кадастров, мониторинга и статистической отчетности.

Положения, выносимые на защиту:

– результаты теоретических разработок в области геоинформационного моделирования и картографирования состояния природных ресурсов региона формируют методологическую основу для обеспечения решений по оптимизации планирования и ведения регионального природопользования;

– инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных обеспечивает формирование упорядоченных массивов актуальных природно-ресурсных данных для создания единого природно-ресурсного геоинформационного пространства региона, совместимого с существующим информационным пространством РФ;

– природно-ресурсная геоинформационная модель региона интегрирует предметно-ориентированную информацию и является эффективным инструментом для разработки картографического обеспечения рационального управления природными ресурсами региона на основе геоинформационного анализа и моделирования;

– система цифровых картографических моделей природных ресурсов является ключевым средством для селективного моделирования, визуализации и предоставления пользователю нового знания о состоянии и возможностях использования природных ресурсов региона;

– технологическое решение интерактивного создания цифровых картографических моделей природных ресурсов обеспечивает условия для качественного и эффективного информационного обеспечения пользователей природно-ресурсной информацией.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях и научных конгрессах: международные научные конгрессы «ГЕО-Сибирь» (2010–2016 гг.), Новосибирск; IX научная конференция по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных» (Иркутск, 9–12 ноября 2010 г.); международный научный конгресс «Сиббезопасность–Спасиб» (Новосибирск, 25–27 сентября 2011 г.); международные конференции «Интеркарто-ИнтерГИС» (2014–2015 гг.); III International research and practice conference «Science, Technology and Higher Education», Westwood, Canada (2013); IX Международная научно-практическая конференция «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (Белгород, 29–31 марта 2015 г.); международная научно-практическая конференция «Геодезия, геоинформатика, картография и кадастр. От идеи до внедрения» (Санкт-Петербург, 11–13 ноября 2015 г.), V международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 30–31 ноября 2015 г.), XIX международный форум по проблемам науки, техники и образования «XXX тысячелетие – новый мир» (Москва, 22–25 декабря 2015 г.).

Исследования по теме диссертационной работы выполнялись в рамках следующих научно-исследовательских работ (НИР):

– федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» («Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы», номер государственного контракта 02.740.11.0735);

– аналитическая ведомственная программа «Развитие вузовского потенциала высшей школы России на 2009–2012 гг.» по плану НИР государственного образовательного учреждения «Сибирская государственная геодезическая академия» («Исследование эколого-геологических систем в целях рационального использования природных ресурсов», номер государственной регистрации 012009.54347);

– государственное задание Министерства образования и науки РФ по плану НИР государственного образовательного учреждения «Сибирская государственная геодезическая академия» («Кадастровая оценка природных объектов в условиях антропогенеза», номер государственной регистрации 5.2754.2011);

– государственное задание Министерства образования и науки РФ по плану НИР государственного образовательного учреждения «Сибирская государственная геодезическая академия» № 2014/141 («Разработка методологии геопространственного моделирования и оценки природно-ресурсного потенциала региональных экосистем», номер государственной регистрации 01201461635).

Результаты выполненных исследований внедрены в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук» в виде методики интеграции разнородных природно-ресурсных данных при создании цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов в геоинформационных системах (ГИС) и в ООО «Научно-практический центр» «Эколес» в виде методики интеграции разнородных природно-ресурсных данных для инвентаризации и оценки состояния лесных ресурсов.

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические положения и результаты исследований представлены в 45 публикациях, из них 20 – в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 415 наименований. Общий объем диссертации составляет 385 страниц машинописного текста, содержит 27 таблиц, 92 рисунка, 3 приложения.

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному консультанту профессору Трубиной Л. К. за поддержку и помощь. Автор глубоко признателен профессорам Карпику А. П., Лисицкому Д. В., Середовичу В. А., доценту Дышлюк С. С., коллективам кафедры картографии и геоинформатики, кафедры экологии и природопользования СГУГиТ за доброжелательное отношение и содействие в исследованиях.

1 СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

1.1 Исторический очерк и современное состояние картографирования природных ресурсов

История развития картографирования природных ресурсов ведет свой отсчет от изображений, создававшихся в доисторические эпохи и отображавших примитивные очертания речной и озерной сети, лесов, охотничьих угодий, а впоследствии – пашен, пастбищ и сенокосов (рисунок 1.1). Безусловно, эти изображения были весьма ограничены по своему содержанию, так как отображали только относительное расположение и приблизительную конфигурацию лесов и земель. Тем не менее, они помогали ориентироваться в географии размещения основных видов ресурсов (водных, лесных, земельных, фаунистических) и их распределении между племенными территориями.



Рисунок 1.1 – План угодий (наскальный рисунок бронзового века в долине Камоника (Италия)) [311]

В древнем мире и средневековье картография решала вопросы, наиболее актуальные для общества тех времен: передача форм, размеров и особенностей раз-

мещения географических объектов, возможность проводить по картам измерения и прокладку маршрутов. Эти задачи были связаны с совершенствованием математической основы карт, но мало затрагивали аспекты классификации и отображения природных ресурсов. Классическим для того времени примером являются карты из Большого атласа Меркатора, которые ограничиваются выделением гидрографических объектов, лесных массивов (без указания породы леса) и значительных орографических объектов, к которым теоретически могут быть привязаны месторождения полезных ископаемых (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Фрагмент карты из атласа Меркатора (1595 г.)

Постепенное расширение и усложнение природно-ресурсной компоненты содержания средневековых карт поначалу выражалось в попытках отобразить виды природных ресурсов, наглядно выраженные на земной поверхности: виды лесов по породному составу, сельскохозяйственные угодья и земли. Так, на абрисе неделимого наследства Треффурт, созданном в 1635 г., в структуре сельскохозяйственных земель особо выделены пашни, сады и пастбища (рисунок 1.3, [172]).

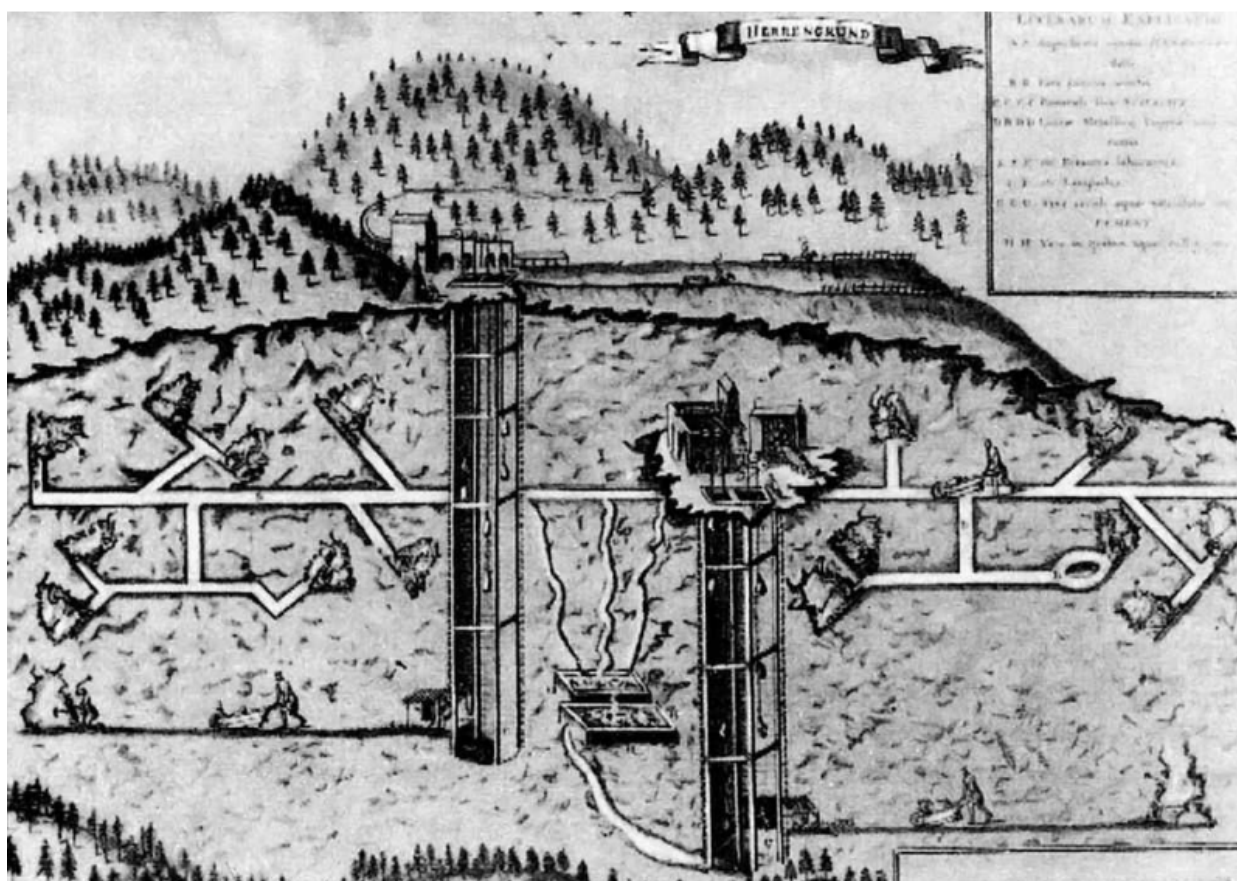


Рисунок 1.4 – Блок-диаграмма рудной шахты
в Северной Германии, конец XVII в.

Значительное превосходство трехмерного представления местности перед двухмерным в плане наглядности, понятности, удобства анализа особенностей и взаимосвязей расположения различных объектов было всегда очевидно географам и картографам. Несмотря на высокую технологическую сложность создания перспективных моделей, попытки трехмерного моделирования земной поверхности и ситуации на ней предпринимались еще в древности.

Первые упоминания о рельефных моделях местности относятся к 200 г. до н. э. [386, 402]. Эти модели создавались в Китае с использованием самых разных материалов, таких как дерево, воск, опилки и даже рисовые зерна. Наиболее известна рельефная модель, созданная Шэнь Ко, одним из великих китайских ученых XI столетия. Результаты моделирования оказались настолько впечатляющими, что позднее подобные модели были изготовлены на территории всех по-

граничных провинций Китая [407]. Первые упоминания об опытах европейских картографов в области трехмерного моделирования относятся к гораздо более позднему времени – XVI–XVII вв. У истоков подобных исследований стоял Поль До, который в 1510 г. изготовил рельефную модель горного ландшафта округа Куфштайн в северо-западной Австрии [386]. Благодаря высокой наглядности, рельефные карты стали популярным видом картографических произведений. Как правило, они изготавливались из дерева (рисунок 1.5). В XX в. на смену этому материалу пришли отливки из гипса и пластика, которые, в свою очередь, сменили цифровые технологии виртуальной реальности.



Рисунок 1.5 – Рельефная карта Азии, 1895 г. Древесина дуба [408]

С начала XVII в., когда бурное развитие науки и техники и диверсификация промышленности вызывают необходимость создания различных тематических карт природы (геологических, сельскохозяйственных, почвенных, карт растительности и пр.), природно-ресурсное картографирование начинает вычленяться в самостоятельную отрасль тематической картографии.

В России первые образцы полноценных карт природных ресурсов появляются уже в XVII в., что связано с интенсивным освоением Сибири и Дальнего

Востока и необходимостью документирования природных богатств открытых территорий. Так, в состав «Чертежной книги Сибири» Ремезова С. У. входят 23 карты, отображающие рисунок гидрографической сети, размещение и планировку населенных пунктов, залесенные территории (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Лист из «Чертежной книги Сибири» Ремезова С. У.,
1699–1701 гг.

В начале XVIII в. начинает интенсивно развиваться *гидрографическое картографирование*. Его становление было обусловлено активной политикой Петра I по развитию морского и речного судоходства, поэтому основная часть гидрографических исследований XVIII в. охватывает акватории Балтийского и Каспийского морей (из 29 навигационных атласов, изданных в XVIII в., 21 посвящен Балтийскому морю). Однако работы Соймонова Ф. И., Любераса И. Л., Нагаева А. И. и Сарычева Г. И. стали основой русской научной гидрографии.

Основы *картографирования земельных ресурсов* были также заложены в XVIII в., во время проведения генерального межевания земель, охватившего всю

территорию Европейской России. В силу несовершенства имевшихся в то время способов и приемов визуализации тематической информации землемерам предписывалось прилагать к межевым картам так называемые «Экономические примечания», в которых раскрывались особенности местной природы и хозяйства, не отображенные на картах. Таким образом, результаты генерального межевания, по сути дела, заложили методическую основу для регионального комплексного картографирования России.

Со 2-й половины XVIII в. в России интенсивно развивается *картографирование минеральных ресурсов*. К началу XIX в. было составлено большое количество карт и планов горных округов, соляных и нефтяных промыслов, золотых приисков, каменоломен, минеральных источников. Обилие высоко детализированного картографического материала привело к формированию первых геологических атласов (например, атлас «Карты соляных промыслов», составленный Горным департаментом в 20–30-х гг. XIX в., многие карты которого представляют собой ранние образцы петрографических карт). Начавшись с исследований и картографирования полезных ископаемых в Алтайском и Нерчинском горных округах, работы по отображению минеральных ресурсов впоследствии распространились на всю страну («Петрографическая карта Белостокской области, Гродненской и части Виленской губернии» 1825 г., «Карта Псковской и части Новгородской губернии: с показанием горнокаменных и соляных источников, открытых в 1824 году», «Геогностическая карта Санкт-Петербургской губернии», 1852 г., и т. п.).

В 1840–1843 гг. английский геолог Мурчисон Р. И. совместно с Кейзерлингом А. А. и Кокшаровым Н. И. провели исследования, впервые представившие научную картину геологического строения Европейской России. Интенсивные геологические исследования второй половины XIX в. нашли выражение в «Геологической карте Европейской России», составленной Карпинским А. П. в 1893 г., и в создании 10-верстной (1 : 420 000) геологической карты Европейской России с участием таких видных геологов, как Мушкетов И. В., Павлов А. П. и др.

Середина XX в. является периодом наиболее бурного развития картографирования минеральных ресурсов. В это время проводятся массовые геологические

съемки в масштабах 1 : 50 000, 1 : 200 000, создаются обзорные карты разного геологического содержания. К 1970-м гг. все важнейшие горнорудные, угольные и нефтегазоносные районы СССР были обеспечены крупномасштабными картами полезных ископаемых – месторождений, отдельных видов и генетических групп (нефтегазоносности, угленосности и т. п.). Регулярно издавались обзорные карты месторождений строительных материалов республик, краев и областей СССР. В целях прогнозирования рудоносности проводились металлогенические исследования, результатом которых стали металлогенические карты СССР. Также развивалось картографирование ресурсов подземных вод («Карта минеральных лечебных вод СССР» масштаба 1 : 4 000 000 (1969 г.), «Карта подземных минеральных вод СССР» масштаба 1 : 2 500 000 (1975 г.)).

Полномасштабные работы по *картографированию лесных ресурсов* России начались в середине XIX в. под эгидой Министерства государственных имуществ. Объектами картографирования являлись казенные леса, предприятия лесной и лесоперерабатывающей промышленности. Исходные материалы собирались в основном путем запросов в местные департаменты государственных имуществ. В результате в 1840–1842 гг. была составлена первая в России и в мире карта лесов Европейской России с указанием их породного состава («Карта для обозрения состояния лесов и лесной промышленности в России»). Работы над ней выявили неудовлетворительное состояние картографирования лесных ресурсов, благодаря чему впоследствии были разработаны детальные инструкции и условные знаки для составления лесных планов и карт.

К XX в. сформировалась новая отрасль тематического картографирования – *геоботаническое картографирование*, не концентрирующее свое внимание на одном лесном фонде, но исследующее также и ресурсы прочих видов растительности.

В СССР геоботаническое картографирование развивалось на базе Ботанического института им. В. Л. Комарова и Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. Карты растительных и лесных ресурсов, созданные во 2-й половине XX в., весьма разнообразны, и характеризуют как состояние ле-

сов (карты лесов СССР 1955 и 1990 гг., «Атлас лесов СССР», 1973 г.), так и ресурсы прочих видов растительности («Карта растительности европейской части СССР» масштаба 1 : 2 500 000, 1948 г., «Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР», 1976 г.).

Одновременно с работами по картографированию лесных ресурсов велись работы в сфере *почвенного картографирования*. Уже к 1840-м гг. в России было составлено множество рукописных почвенных карт. В 1855 г. видный экономико-географ и климатолог академик Веселовский К. С. составил и опубликовал первую сводную «Почвенную карту Европейской России», на которой показано восемь типов почв: чернозем, глина, песок, суглинок и супесь, ил, солонцы, тундры, болота. Труды Веселовского К. С. по климатологии и почвам России явились отправной точкой для разработок знаменитого русского географа и почвоведом Докучаева В. В. в области почвенного картографирования. Докучаев предложил подлинно научную классификацию почв, основанную на генетическом принципе, а также обосновал принципы комплексного изучения почв с учетом факторов почвообразования. Его книга «Картография русских почв», изданная Департаментом земледелия и сельской промышленности в 1879 г. как пояснительная записка к «Почвенной карте Европейской России», заложила основы современного почвоведения и почвенной картографии. С 1882 г. Докучаев и его последователи (Сибирцев Н. М., Глинка К. Д., Неуструев С. С., Прасолов Л. И. и др.) провели исследования почв в более чем 20 губерниях. Одним из результатов этих работ были почвенные карты губерний (в 10-верстном масштабе) и более детальные карты отдельных уездов. Под руководством Докучаева Сибирцевым Н. М., Танфильевым Г. И. и Ферхминым А. Р. была составлена и в 1901 г. издана «Почвенная карта Европейской России» масштаба 1 : 2 520 000.

Учение Докучаева осталось методологической основой для работ по исследованию почв и разработке содержания почвенных карт и в СССР. В 1946 г. Почвенным институтом им. В. В. Докучаева было начато создание «Государственной почвенной карты СССР» масштаба 1 : 1 000 000. В 1947 г. Академией наук СССР

издана новая «Почвенная карта Европейской части СССР» масштаба 1 : 2 500 000. С 1970-х гг. издаются областные почвенные карты. В различные годы послевоенного периода изданы карты: «Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1984 г.), «Почвенно-эрозионная карта СССР» масштаба 1 : 5 000 000 (1968 г.), «Почвенная карта РСФСР» масштаба 1 : 2 500 000 (1968 г.).

Картографирование климатических ресурсов в полной мере начало осуществляться только со 2-й половины XX в., когда в распоряжение климатологов поступили не только обширные статистические массивы климатической информации, накопленной в течение многих десятилетий, но и вычислительные средства, облегчающие систематизацию и обработку этих данных, установление влияния климата на прочие условия местности. Для климатической картографии СССР характерно прикладное назначение работ, выразившееся в создании большого числа агроклиматических карт («Агроклиматический атлас мира» (1972 г.), серия агроклиматических карт Иркутской, Читинской областей и Бурятской АССР масштаба 1 : 2 500 000 (1968 г.), «Климатический атлас СССР» (в 2-х томах, 1960–1962 гг.), «Атлас теплового баланса земного шара» (1963 г.), атлас «Содержание и перенос влаги в атмосфере над территорией СССР» (1984 г.)).

Вторая половина XX в. ознаменовалась становлением *комплексного тематического и атласного картографирования*, что было обусловлено внедрением системного подхода в методологию наук о Земле и обществе. В это время карты природных ресурсов стали регулярно включаться в состав региональных комплексных атласов. В 1960–1980-е гг. было создано значительное количество научно-справочных комплексных атласов республик, краев (например, Алтайского края, 1978–1980 гг., Коми АССР, 1964 г., Забайкалья, 1967 г.) и областей (Иркутской, 1962 г., Тюменской, 1971–1976 гг., Вологодской, 1965 г., Ленинградской, 1967 г., Псковской, 1969 г., Мурманской, 1971 г., Архангельской, 1976 г., Сахалинской, 1967 г.). Также составлялись серии региональных тематических карт, комплексно отражающих природные условия, ресурсы и экономику регионов страны – юга

Красноярского края (1977 г.), юга Восточной Сибири (1972–1988 гг.), Нечерноземной зоны РСФСР (1976–1985 гг.), Байкало-Амурской магистрали (1976–1984 гг.), Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса и других регионов. В состав вышеперечисленных картографических произведений непременно включались и карты природных ресурсов.

Результатом отраслевой специализации комплексного подхода к изучению природных ресурсов является *картографирование биоразнообразия* – научное направление, посвященное созданию биогеографических карт, позволяющих выявить закономерности и направления дальнейших изменений биоты во времени и пространстве и являющихся ценным научно-справочным пособием в биологических, ботанических, зоогеографических исследованиях, а также при разработке мероприятий по охране природы и сохранению природных экосистем [183]. В силу междисциплинарной сущности биогеографии как научной дисциплины, биогеографическое картографирование прочно опирается на принципы атласного картографирования, что позволяет создавать крупные картографические произведения, отражающие разнообразные параметры и показатели состояния местной флоры и фауны. В качестве примера следует привести «Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий» [11], изданный Всемирным союзом охраны природы в 1996 г. и содержащий более 130 карт, которые отражают современный уровень биоразнообразия лесов и его динамику, качественное и количественное богатство видов, антропогенное влияние на лесные экосистемы, мероприятия по ведению лесного хозяйства и охране лесов.

Другим примером применения комплексного подхода в биогеографическом картографировании можно считать веб-атлас «Россия как система» [35], в состав которого включены такие карты, как «Устойчивость природной среды (экосистем) в России», «Биологическое разнообразие в России. Растительный и животный мир», «Редкие виды животных и растений в России», «Особо охраняемые природные территории (ООПТ)», «Охрана животного и растительного мира в ООПТ».

Внедрение геоинформационных технологий (ГИС-технологий) в биогеографическое картографирование пока ограничивается созданием баз данных, что способствует ревизии и мобилизации информационных ресурсов [52]. Также имеются примеры разработок ГИС биокартографического назначения. В основном они ориентированы на мониторинг биоразнообразия; в качестве примеров можно привести ГИС «Мониторинг биоразнообразия лесов» [293], разрабатываемую в Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (руководитель – Исаев А. С.), или ГИС «Биоразнообразие и биоресурсы Севера Дальнего Востока России» [275] (разрабатывается в Институте биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, руководитель Полежаев А. Н.).

В 70-х гг. XX в. становление экологии и природопользования как самостоятельных научных дисциплин привело к созданию *учебных карт природных ресурсов*, предназначенных для обеспечения образовательного процесса. Например, в серию стенных карт для высших учебных заведений, создававшуюся государственной картографо-геодезической службой с 1974 г. совместно с Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова, входили «Карта типов водного баланса СССР» (1986 г.), «Ландшафтная карта СССР» (1989 г.), «Сельскохозяйственное районирование СССР» (1989 г.), «Земельные угодья СССР» (1991 г.) и многие другие. Переход к рыночной экономике и расширение перечня специальностей в области использования природных ресурсов привели к появлению картографических произведений, новых как по тематике, так и с позиции методики и технологии их создания [65, 131, 338].

Экономический рост привел к появлению новой отрасли карт природных ресурсов – *оценочных карт*, отражающих результаты оценки запасов ресурса или условий его добычи. В 1984 г. государственной картографо-геодезической службой была издана «Карта оценки природных условий жизни населения СССР» масштаба 1 : 8 000 000, содержание которой разработано Институтом географии Академии наук СССР. Карты оценки ресурсов также содержатся в сельскохозяйственных и рыбопромысловых атласах, изданных во 2-й половине XX в.

Популярность карт природных ресурсов значительно возросла с внедрением в практику научных исследований материалов дистанционного зондирования и современной компьютерной техники. Некоторые из подобных произведений обнародуются в Интернете для сведения широкого круга пользователей [51].

Современное картографирование природных ресурсов представляет собой самостоятельную отрасль научной и практической деятельности. Ее теоретические и методологические положения основаны на принципах системного и тематического картографирования, заложенных Салищевым К. А. и развитых Заруцкой И. П., Красильниковой Н. В., Востоковой Е. А., Кельнером Ю. Г. и др. Процессы проектирования и разработки знаковых систем осуществляются с опорой на картосемиотические закономерности, выявленные и рассмотренные Назаровым В. Н., Лютым А. А., Асланикашвили А. Ф., Бочаровым М. К., Казанцевым Н. Н. и др. Накопленный опыт и традиции тематического картографирования продолжают развиваться и модернизироваться кафедрой картографии МИИГАиК под руководством Верещаки Т. В. при участии Бугаевского Л. М., Васмута А. С., Сладкопевцева С. А., Подобедова Н. С., Билич Ю. С., Зверева А. Т., Портнова А. М. и др.

Различные аспекты использования данных дистанционного зондирования Земли как информационной базы природно-ресурсного картографирования были детально изучены Книжниковым Ю. Ф., Кравцовой В. И., Киенко Ю. П., Седельниковым В. П., Скатерщиковым С. В., Амелиным А. В., Шевченко Л. А., Козловой Т. С., Сущень В. А., Воробьевой Т. А., Концовым С. В., Сомовой В. И., Невяжским И. И. и др. Значительная часть исследований выполнялась под эгидой созданного в 1973 г. государственного центра «Природа» (ныне – Акционерное общество «Научно-исследовательский и производственный центр «Природа»).

Геоинформационные методы и технологии обработки и моделирования природно-ресурсных данных базируются на достижениях фундаментальных исследований в области ГИС и компьютерного картографирования, осуществленных Капраловым А. В., Кошкаревым А. В., Тикуновым В. С., Берлянтом А. М., Васмутом А. С.,

Журкиным И. Г., Симоновым Ю. Г., Лисицким Д. В., Бугаевским Л. М., Цветковым В. Я., Карпиком А. П., Портновым А. М., Коноваловой Н. В., Жалковским Е. А., Халугиным Е. И., Мартыненко А. И. и др.

Вопросы атласного картографирования природных ресурсов России и ее отдельных регионов активно решаются в научно-исследовательской лаборатории комплексного картографирования географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва) под руководством Тикунова В. С. при участии Котовой Т. В., Губанова М. Н., Карпович Л. Л., Киселевой Н. М. и др. Здесь были созданы комплексные атласы, детально характеризующие природные условия и ресурсный потенциал Иркутской, Тюменской, Кустанайской области, Северного Казахстана, Алтайского края, Ханты-Мансийского автономного округа. Сотрудники лаборатории являются соавторами многих карт в составе Атласа природы и ресурсов Земли, Национального атласа России, Земельного атласа России, Атласа Сибири и ряда других картографических произведений.

Разноаспектные исследования по использованию материалов космических съемок для геоинформационного картографирования общегеографической, природно-ресурсной и экологической обстановки выполняются Региональным центром космических технологий и услуг Байкальского региона под руководством Пластинина Л. А., при участии Тулохонова А. К., Батуева А. Р., Корытного Л. М., Ступина В. П., Олзоева Б. Н., Котельниковой Н. В., Клевцова Е. В., Гагина В. Е., Батуева Д. А. и др. Создаваемые картографические произведения характеризуются большим разнообразием формы представления (электронные и традиционные карты, атласы, серии научно-справочных и учебных карт и т. д.).

Деятельность вышеперечисленных и ряда других научно-исследовательских организаций России обусловила важную роль карт природных ресурсов как информационного обеспечения при решении задач в сфере экономического планирования и рационального использования территорий.

Согласно сформировавшемуся определению, карта природных ресурсов «отражает условия и компоненты природной среды, используемые в производстве для удовлетворения материальных и духовных потребностей общества» [91].

Анализ содержания карт природных ресурсов наглядно выявляет двойственность их содержания. С одной стороны, по своему тематическому содержанию они близки к картам природы, на которых объектом картографирования являются основные компоненты окружающей среды (почвы, рельеф, растительность и т. п. [92]. С другой стороны, цели и задачи, для которых создаются эти карты, относятся к сфере экономики и природопользования. В силу этого их затруднительно отнести к определенному типу карт. Этот дуализм наглядно проявляется в классификации карт, разработанной Салищевым К. А. [311]. В ней карты природных ресурсов отнесены в группу экономических карт (по тематике) и в группу карт для народного хозяйства и управления (по назначению). Внутренняя классификация карт природных ресурсов наиболее детально проработана Заруцкой И. П. [91] и выделяет следующие виды карт:

а) частные (аналитические) карты наличия и размещения ресурсов, фиксирующие размещение ресурсов, разделяемых по видам (по условным классификациям, большей частью связанным с направлениями использования);

б) карты оценки запасов или условий добычи ресурса. Далее эта группа карт подразделяется на подвиды в зависимости от картографируемого ресурса (ресурсы климата, гидрологические, биологические, недр, земель и др.) или задач оценки (кадастровые карты, карты инженерно-технических ресурсов, включая ряд полезных ископаемых, запасов леса, водной энергии, карты агропроизводственной оценки земель, оценки пищевых ресурсов, промыслово-охотничьих и т. д.);

в) карты оценки природных условий. Сюда входят следующие подвиды карт:

1) инженерно-географические карты – отображают основные виды строительного освоения территории (дорожного, промышленного, жилищного и др.);

2) агрогеографические карты – отображают результаты оценки тепла, влаги, ветров, сезонности, свойства почв, грунта, оценки плодородия, оценки земель, кормовых угодий и др.;

3) антропоэкологические карты – представляют оценку системы расселения, условий жизни (труда и отдыха) и рекреационные ресурсы;

г) карты медико-географической оценки природных условий – отображают геохимическую оценку явлений, влияющих на заболеваемость, условия распространения переносчиков инфекционных заболеваний и др.;

д) карты охраны и рационального использования природных условий – отображают современную антропогенную измененность природных ресурсов, их выносимость (восстановимость) и рекомендации по их охране.

Следует заметить, что приведенная классификация была разработана еще в 80-х гг. XX в., и более современной классификации в литературе до сих пор не предложено [206].

Между тем, с конца XX в., в условиях повышения роли регионов в ведении хозяйства, значительно возрастает востребованности карт как природных, так и других типов ресурсов. Формируется понятие «ресурсные карты» – карты, отображающие размещение и запасы природных и экономических ресурсов [258]. Современные экономисты-географы включают в это понятие карты всех основных природных ресурсов, а также промышленных, сельскохозяйственных и других ресурсов. Различают карты размещения, оценки ресурсов, условий и методов их использования, а также прогнозные, карты охраны и воспроизводства ресурсов.

Однако в настоящее время отсутствуют современные (выпущенные после 2000 г.) методические рекомендации и руководства по интегрированному использованию современных достижений дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий для моделирования и визуализации природно-ресурсных данных. Это значительно ослабляет методологическую базу природно-ресурсного картографирования как научной дисциплины и как информационного обеспечения природопользования.

1.2 Источники исходных данных современного природно-ресурсного картографирования

В России на сегодняшний день сложились следующие системы сбора и систематизации природно-ресурсных данных:

- система государственного мониторинга, функционирующая под эгидой Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ (Роскомгидромета);
- системы государственных кадастров (недвижимости, водного, месторождений и проявлений полезных ископаемых, лесного, ООПТ, объектов животного мира);
- система Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстата).

Все эти системы функционируют весьма независимо друг от друга, что затрудняет сопоставление полученных ими данных, а в некоторых случаях приводит к избыточности представления данных. Общая схема взаимодействия этих систем приведена на рисунке 1.7 [203, 206].

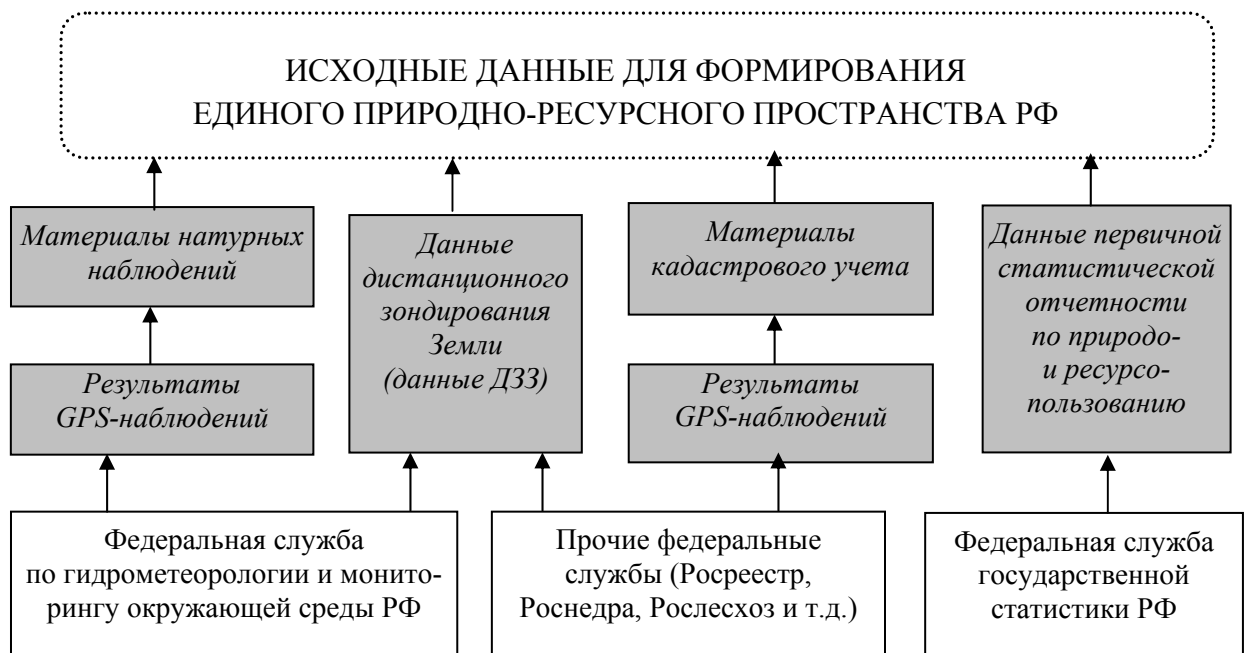


Рисунок 1.7 – Основные источники данных для формирования
единого природно-ресурсного информационного пространства РФ

Как видно из рисунка 1.7, деятельность мониторинговых, кадастровых и статистических ведомств обеспечивает формирование природно-ресурсного информационного пространства РФ [188], которое представляет собой совокупность природно-ресурсных данных и организационных, научных и технологических средств их получения. Основные информационные потоки о природных ресурсах сходятся в Росстат, который, во-первых, формирует собственную базу данных о природных ресурсах, используя весьма широкий спектр отчетной информации, поступающей от хозяйствующих субъектов, а во-вторых, дополняет эту базу информацией, полученной от Роскомгидромета и из систем ведомственного кадастра. Важное место в этой схеме занимают данные ДЗЗ, которые широко используются при ведении мониторинга и государственных кадастров, и данные GPS-наблюдений, которые обеспечивают точную пространственную локализацию данных натурных наблюдений и результатов кадастровых съемок [118, 120]. Этот перечень данных может быть дополнен данными лазерного сканирования, обеспечивающими высокую точность и скорость проведения наблюдений. Однако лазерное сканирование требует применения специального, весьма дорогостоящего оборудования, и поэтому используется в России ограниченно, в основном для решения локальных задач, поставленных частными инвесторами.

Исходя из вышесказанного, собранные природно-ресурсные данные следует рассматривать как разнородные, в силу различий в формах их представления и несогласованности методик, классификаций и технологий, использовавшихся при сборе. Это обуславливает низкую сопоставимость данных, избыточность и в некоторых случаях – противоречивость.

Рассмотрим более подробно особенности сбора и систематизации вышеперечисленных видов природно-ресурсных данных.

Природно-ресурсные данные дистанционного зондирования Земли.

В настоящее время данные дистанционного зондирования Земли (данные ДЗЗ) являются информационной основой для ведения научно-исследовательских работ во всех науках о Земле. Получение данных ДЗЗ является начальным этапом

многих исследований, а их дешифрирование и анализ результатов дешифрирования – сутью этих исследований. На сегодняшний день имеется огромное количество поставщиков данных ДЗЗ, разработана и функционирует обширная материально-техническая база средств получения данных ДЗЗ, наблюдается большое разнообразие технологий получения различных характеристик по аэро- и космическим снимкам. Все это вкупе с неуклонным расширением сфер практического использования ГИС приводит к демократизации доступа пользователей к данным ДЗЗ. На сегодняшний день данные ДЗЗ активно используются в решении разнообразных управленческих, хозяйственных и социальных задач (защита окружающей среды, разведка полезных ископаемых, кадастровый учет земель и т. п.).

В России в течение многих лет данные дистанционного зондирования широко используются для получения информации о ресурсах недр и ведении недропользования. В последнее десятилетие, благодаря развитию спутниковых систем, ежегодно увеличивается доля аэрокосмической информации, используемой для инвентаризации и оценки состояния водных ресурсов, лесных ресурсов, при ведении лесного хозяйства и охраны окружающей среды.

Типы данных ДЗЗ, обращающихся в российском информационном пространстве, различаются особенностями обработки. Поставщики данных ДЗЗ могут предоставлять данные ДЗЗ в следующих вариантах:

- необработанные (первичные) данные съемочного прибора;
- данные ДЗЗ, прошедшие радиометрическую коррекцию и калибровку;
- данные ДЗЗ, радиометрически скорректированные и географически привязанные;
- данные ДЗЗ, радиометрически и геометрически скорректированные, представленные в определенной картографической проекции;
- данные ДЗЗ, прошедшие тематическую обработку (интерпретацию в рамках решения конкретной задачи с получением тематических информационных продуктов). Именно этот вариант представления данных ДЗЗ наиболее ценен для природно-ресурсного картографирования, поскольку содержит отдешифрирован-

ные контуры размещения и показатели состояния природно-ресурсных объектов, готовые к переносу на картографическую основу. Актуальность подобных материалов была осознана картографическим сообществом еще в 70–80-х гг., и тогда же начали разрабатываться различные методики дешифрирования аэрокосмических снимков для целей рационального использования ресурсов и охраны природы [53, 126, 252, 325].

Данные ДЗЗ, используемые для решения прикладных задач в сфере природопользования, характеризуются весьма широким спектром параметров, начиная с разнообразия спектральных диапазонов, в которых может выполняться съемка, и заканчивая пространственным и временным разрешением. Для систематизации разнообразия данных ДЗЗ и унификации рекомендаций по их использованию специалистами Восточно-Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ВостСибНИИГГиМС) и инженерно-технологического центра «Сканэкс» был разработан «Классификатор тематических задач, решаемых с помощью материалов дистанционного зондирования Земли» [127]. Он утвержден Департаментом науки и информационных систем Министерства природных ресурсов и экологии РФ (МПР РФ) и является одним из руководящих документов «для планирования и координации работ по созданию технологий дешифрирования, проведению наблюдений и решению задач оценки и мониторинга природных ресурсов и окружающей среды» [125].

Общая инфраструктура использования данных ДЗЗ в России на сегодняшний день только формируется. Количество поставщиков данных ДЗЗ весьма велико, однако наиболее весомый вклад в формирование и использование российской базы данных ДЗЗ вносят следующие специализированные организации в области дистанционного зондирования Земли из космоса [253]:

- научный центр оперативного мониторинга Земли Федерального космического агентства РФ (Москва);
- федеральное государственное унитарное предприятие «НТЦ «Атлас» (базируется в Москве с филиалами в Нижнем Новгороде, городе Пензе и Новосибирске);

– государственное унитарное геологическое предприятие «Южное научно-производственное объединение по морским геолого-разведочным работам» (Майкоп);

– Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (Москва);

– Восточно-сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (Иркутск);

– Научно-исследовательский институт космических и авиационных материалов (Переславль-Залесский);

– инженерно-технологический центр «СКАНЭКС» (Москва);

– ЗАО «Совзонд» (Москва);

– центр ДЗЗ Югорского НИИ информационных технологий (Ханты-Мансийск).

Временный регламент [45], внедренный МПР РФ, определяет характер сотрудничества вышеперечисленных организаций с российским и территориальными фондами информации МПР РФ. Надзор и контроль за деятельностью этих организаций ведут представители федеральных агентств и федеральной службы, находящихся в ведении МПР РФ, и их территориальных органов. Согласно регламенту, осуществляется передача следующих данных [45]:

– данные о геологическом строении территории, наличии в ее пределах полезных ископаемых, условиях их залегания и добычи, а также прочие сведения о геологических особенностях недр, связанных с их эксплуатацией;

– сведения о лесном фонде, в том числе – данные государственного учета лесного фонда, мониторинга лесов, данные государственного лесного кадастра, данные лесоустроительных и лесовосстановительных мероприятий;

– данные государственного учета поверхностных и подземных вод, а также информация, собираемая при ведении государственного водного кадастра и мониторинга водных объектов;

- данные о современном состоянии окружающей среды, происходящих в ней изменениях, природоохранных мероприятиях, а также сведения о случаях нарушения природоохранного законодательства, техногенных авариях, катастрофах и прочих чрезвычайных ситуациях, повлекших за собой угрозу качеству окружающей среды, здоровью и благосостоянию местного населения;
- данные об уровне биологического разнообразия на территории, мероприятиях по его сохранению, данные о наличии и состоянии особо охраняемых природных территорий.

В зависимости от сроков передачи данных, оговоренных в регламенте, вся передаваемая информация подразделяется на следующие категории:

- текущая информация: передается по мере наступления сроков, указанных в заранее утвержденном графике;
- отчетная информация: передается по завершении определенного события или по наступлению определенного временного рубежа (например, по завершении отчетного года);
- специальная информация: поставляется разово, в соответствии со специальным запросом;
- базовая информация – объединяет в себе общесистемные, справочные, топографические и аэрокосмические сведения, поступающие как от собственных источников МПР РФ, так и из источников, лежащих за пределами сферы ведения МПР РФ;
- аналитическая информация – это информация, которая получена в результате обобщения, систематизации и анализа материалов, хранящихся в Территориальных фондах.

Помимо уже упомянутых Российского и Территориальных фондов, в информационную инфраструктуру использования данных ДЗЗ в России также входят Ситуационный центр МПР РФ, Информационно-вычислительный центр МПР РФ, Центральное бюро информации МПР РФ.

Следует отметить, что, помимо государственных структур, в России начинает формироваться и негосударственная сфера использования данных ДЗЗ. Этот фактор также способствует повышению доступности данных ДЗЗ для широкого круга пользователей. Например, с 2000 г. функционирует Некоммерческое партнерство «Прозрачный мир», деятельность которого направлена на оказание поддержки данными ДЗЗ и геоинформационными данными природоохранных проблем, имеющих высокую общественную значимость [347]. Компания «СканЭкс» оказывает информационную поддержку НП «Прозрачный мир».

Однако наиболее важную роль в популяризации данных ДЗЗ на сегодняшний день играют различные геопорталы [55, 59, 141, 354, 357, 370, 387, 415]. Это сравнительно новые источники общедоступной космической информации, которые пользуются большой популярностью у широких слоев населения. Они предоставляют пользователям возможность ознакомления с данными ДЗЗ, характеризующихся пространственным разрешением от 0,6 до 30 м, и обновляющимися раз в 2–3 года. Безусловно, подобные снимки являются малоинформативными с точки зрения детальных научных исследований, однако они вполне пригодны для планирования начальных стадий исследований, не требующих высокодетализованной информации, а также для поиска и заказа аэрокосмических материалов высокого пространственного разрешения. Кроме того, технологии геопорталов значительно облегчают визуализацию и распространение различной оперативной информации, например, мониторинга пожароопасности [122, 274, 283].

Таким образом, современная инфраструктура данных ДЗЗ в России складывается из следующих компонентов:

- государственные организации, поставляющие данные ДЗЗ. Они обладают большим архивом данных ДЗЗ, характеризующихся различными параметрами, но предоставляют информацию платно, и зачастую работают недостаточно оперативно;
- частные организации-поставщики данных ДЗЗ: обладают большим архивом материалов аэрокосмической съемки с различными параметрами, предоставляют информацию платно, позиционируют себя как работающие оперативно;

– общедоступные интернет-порталы данных ДЗЗ: обладают архивом космических снимков с очень ограниченными параметрами, но предоставляют их бесплатно.

Главными недостатками этой системы являются [169, 174]:

– отсутствие современной законодательной базы, регуливающей распространение и использование данных ДЗЗ, отвечающей актуальным тенденциям развития постиндустриального информационного общества;

– практически полное отсутствие высококачественных (характеризующихся высоким пространственным разрешением и высокой частотой обновления) отечественных данных ДЗЗ;

– крайне слабая развитость механизмов негосударственного регулирования рынка данных ДЗЗ, отсутствие рекламных и маркетинговых исследований, способствующих расширению круга пользователей данных ДЗЗ и конкретизации их требований.

Принятая в 2006 г. концепция развития [137] призвана оказать содействие решению вышеперечисленных проблем с позиций административного государственного управления. Однако формирование полноценного рынка данных ДЗЗ в России невозможно без привлечения негосударственных структур и вложения частных средств для более широкого и эффективного использования результатов космического зондирования.

Природно-ресурсные данные в системах государственных и ведомственных кадастров.

Ограниченность запасов природных ресурсов обуславливает необходимость тщательного учета их запасов и проведения их стоимостной оценки. Решить эти задачи призвана система кадастра природных ресурсов, целями которого являются сбор и систематизация эксплуатационных, экономических и экологических характеристик запасов природных ресурсов. Также предметом кадастра природных ресурсов являются состав и категории природопользования, существующие на данной территории.

На сегодняшний день в России пока отсутствует единая система кадастра природных ресурсов в России. Отчасти ее замещают государственные кадастры отдельных видов природных ресурсов, краткая характеристика которых приводится ниже.

Государственный водный кадастр (ГВК) собирает сведения о водных объектах России, о содержащихся в них запасах водных ресурсов, а также о водопользователях и объектах водного хозяйства [39]. В основе данного вида кадастра лежит существующая система государственного учета запаса поверхностных и подземных вод, фиксирующая и систематизирующая качественные и количественные характеристики водных ресурсов конкретной территории. Основными задачами ГВК являются:

- оценка современного и перспективного состояния водных ресурсов;
- формирование информационной базы для планирования мероприятий по предотвращению истощения водных объектов и восстановлению качества воды [276].

В качестве объекта водного кадастра выступают все гидрографические объекты, включенные в единый государственный водный фонд. В число таких объектов включены:

- реки, озера, водохранилища, каналы, пруды и прочие поверхностные водотоки и водоемы;
- подземные воды;
- ледники и снежники;
- внутренние моря;
- территориальные морские воды.

Таким образом, при ведении ГВК наблюдениями охватываются как запасы пресных вод суши, так и ресурсы прибрежной морской зоны.

В процессе ведения ГВК определяются и накапливаются следующие показатели состояния водных ресурсов:

- общие и местные ресурсы речного стока;

- годовые среднемноголетние объемы речного стока;
- обеспеченность территории водными ресурсами;
- эксплуатационные прогнозные запасы подземных вод;
- разведанные запасы подземных вод;
- показатели минерализации подземных вод.

Ведение ГВК осуществляется целым рядом государственных организаций. Общее руководство, а также сбор данных об использовании и охране водного фонда ведется Министерством природных ресурсов РФ. За сбор данных о состоянии поверхностных водных объектов отвечает Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Сбор кадастровых данных о состоянии подземных водных объектов выполняют органы управления использованием и охраной недр.

Государственный кадастр недвижимости (ГКН) – систематизированный свод сведений об учтенном недвижимом имуществе, о прохождении государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектами Российской Федерации, муниципальных образований и населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий. Согласно Земельному кодексу РФ [95], при ведении ГКН фиксируются различные характеристики земельных участков, такие как местоположение, размеры, наличие связанных с участком объектов недвижимости, а также кадастровая стоимость участка, его правовой статус и наличие обременений и различных ограничений прав собственности.

Ведение ГКН преследует две основные цели: таксация, т. е. оценка земель и расчет соответствующей суммы налогов, и регистрация права собственности на участок. В соответствии с этим выделяют два типа кадастров: фискальный (налоговый) и правовой (земельный).

Фискальный кадастр формирует информационную основу для исчисления налога на земельные участки. Правовой кадастр, который иногда также называют земельным, накапливает и хранит записи обо всех земельных трансфертах (офи-

циально оформленных и зафиксированных случаях передачи имущественных прав на земельный участок). Поскольку оценка кадастровой стоимости земельного участка предусматривает учет информации о целевом назначении и особенностях использования участка, то заполнение базы данных ГКН осуществляется путем проведения не только топографо-геодезических и картографических работ, но также почвенных и агрохимических изысканий.

Информация, собранная в ходе ведения ГКН, используется при обеспечении широкого круга мероприятий, связанных с хозяйственным использованием почвенных и земельных ресурсов. Прежде всего, это определение суммы платежей за землю, планирование мероприятий по изъятию или предоставлению земель, проведение землеустроительных работ, планирование использования земель в промышленных или сельскохозяйственных целях, разработка мероприятий по охране и восстановлению земельных ресурсов, оценка хозяйственной деятельности, осуществляемой на территории.

Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых (ГКМ) является основным средством сбора и систематизации сведений о минеральных ресурсах, а также сопутствующем геологическом строении недр. Согласно Закону РФ «О недрах» [246], ГКМ является многоцелевым мероприятием. Он формирует информационную основу для разработки федеральных и региональных программ по изучению недр, рационального размещения предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, для организации комплексного использования эксплуатируемых месторождений. ГКМ также закладывает основу информационного обеспечения государственной системы лицензирования пользования недрами.

Исторически ГКМ является, пожалуй, самой ранней из кадастровых систем, сложившихся и функционирующих в России. На сегодняшний день он развился в весьма разветвленную информационную систему, построенную на общих методологических и технологических принципах. Основным объектом учета ГКМ являются месторождения или проявления полезных ископаемых. Характеристики

каждого месторождения или проявления, включенного в систему ГКМ, фиксируются в специальном документе – паспорте месторождений и проявлений полезных ископаемых [259]. В паспорт включаются следующие сведения [98]:

- геологические, геолого-экономические, технологические характеристики данного месторождения (качественные и количественные параметры основных и сопутствующих полезных ископаемых, концентрация ценных компонентов в руде, особенности залегания и условия разработки полезного ископаемого, гидро-геологическая и экологическая ситуация в пределах месторождения);

- данные о проявлениях полезных ископаемых.

В процессе ведения ГКМ применяется специальная классификация месторождений полезных ископаемых [98], согласно которой выделяются месторождения металлических и неметаллических полезных ископаемых, россыпные месторождения, месторождения гидроминерального сырья. В отдельную категорию зачисляются проявления твердых и россыпных полезных ископаемых. Свои категории предусмотрены для месторождений топливных полезных ископаемых (уголь, нефть, газ, горючие сланцы). Обозначение категорий осуществляется посредством заглавных букв русского алфавита (от А до Ж).

В качестве руководящей организации при ведении ГКМ (также, как и многих других видов природных кадастров) выступает Министерство природных ресурсов РФ. Однако основной объем работ по ведению кадастровых баз данных минеральных ресурсов осуществляет Российский федеральный геологический фонд. Он обеспечивает сбор, систематизацию, обработку и хранение кадастровых данных на основании переданных ему паспортов месторождений, за заполнение которых отвечают хозяйствующие субъекты, непосредственно ведущие разработку месторождений.

Государственный лесной кадастр (ГЛК) призван систематизировать сведения о состоянии и характеристиках государственного лесного фонда России [96]. При ведении ГЛК фиксируются следующие параметры лесов [157]:

- классификация лесов по группам и категориям защитности;

- количественные, качественные и экономические характеристики лесов (запас древесины, оценочные затраты на рубку, оборот главной рубки и пр.);
- правовые аспекты использования лесов;
- лесоохранные и лесовосстановительные мероприятия.

Следует отметить, что дополнительная продукция, получаемая с лесных земель (дикорастущие плоды, грибы, ягоды, лекарственные растения т. п.) не является объектом ГЛК, хотя в некоторых регионах заготовка подобной продукции может вносить значительный вклад в местную пищевую промышленность.

Информация ГЛК используется для планирования и ведения лесного хозяйства, включая как мероприятия по промышленной эксплуатации лесов, так и действия по их охране и восстановлению. Опираясь на данные ГЛК, осуществляют контроль за изменениями, происходящими в лесном фонде, расчет платежей за пользование лесными ресурсами, перевод лесных земель в другие категории (при необходимости). Оценка экологического состояния лесов и их роли в местных экосистемах также выполняется с опорой на данные ГЛК.

За ведение ГЛК отвечает Федеральная служба лесного хозяйства России. Работы по сбору кадастровых данных могут осуществляться как в ходе наземных исследований, так и с применением технологий дистанционного зондирования Земли. В первом случае основным источником данных для заполнения ГЛК является отчетная графическая документация о проведении лесоустроительных работ (карты и картосхемы лесов административных единиц, картосхемы лесхозов, планы лесничеств, карты и планы противопожарных мероприятий, лесоустроительные планшеты и пр.). Однако для инвентаризации и оценки состояния малоосвоенных человеком лесов в настоящее время все шире применяются аэрокосмические методы наблюдения. В основном используются космические изображения, полученные в видимом и инфракрасном диапазонах, а также синтезированные изображения. Подобные материалы позволяют сравнительно легко выявить ущерб, нанесенный лесному фонду пожарами, а также воздействием насекомых-вредителей и болезней леса. Сложившаяся система ГЛК характеризуется некото-

рыми специалистами как наиболее совершенная в технологическом и техническом отношении из всех систем государственного кадастра, функционирующих в России [335].

Результаты кадастровых работ вносятся в Государственный лесной реестр, который служит для систематизации и документации сведений о состоянии, использовании, охране и восстановлении лесного фонда РФ.

Ведение государственного кадастра объектов животного мира предусмотрено статьей 14 Федерального закона «О животном мире» [244]. Его целью заявлены «охрана и использование животного мира, сохранение и восстановление среды его обитания» [248]. Согласно регламентирующей документации, данный вид кадастра должен собирать и накапливать следующие сведения:

- особенности территориального распространения объектов животного мира;
- численность объектов животного мира;
- характеристики их среды обитания,
- данные об использовании объектов животного мира в народном хозяйстве.

Однако фактически данный вид кадастра является одним из наименее детально проработанных. Например, в качестве объекта животного мира может рассматриваться как отдельный живой организм, так и целая их группа (популяция) [248]. Также, согласно нормативной базе данного вида кадастра, само понятие «животный мир» ограничивается организмами, относящимися к дикой фауне. Это выводит за рамки кадастра одомашненных и сельскохозяйственных животных [36], которые, несомненно, являются частью животного мира, и оказывают столь же значительное (если не превосходящее) влияние на характер природопользования и состояние экосистем, как и дикие животные.

Данная ситуация обусловлена тем, что преобразование процесса учета объектов животного мира в полноценную кадастровую систему началось лишь в начале XXI в. До этого считалась достаточной та характеристика состояния фауны, которую предоставляли Красные книги России и регионов.

Незрелость системы государственного кадастра объектов животного мира проявляется и в широком спектре организаций, руководящих данным видом деятельности. Так, например, сбором и систематизацией качественных и количественных характеристик охотничьих животных в настоящее время занимается Департамент по охране и рациональному использованию охотничьих ресурсов, подчиняющийся Министерству сельского хозяйства РФ. Учет же рыбных запасов осуществляет Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии [46], функционирующий под эгидой Федерального агентства по рыболовству.

В целом процесс ведения кадастра объектов животного мира предусматривает как проведение специальных исследований для определения местообитаний и численности популяций, имеющих хозяйственное значение, так и учет сведений об использовании объектов животного мира, которые поступают от природопользователей. Ежегодно пользователи животным миром обязаны проводить учет объемов изъятия животных ресурсов и передавать эту информацию в специально уполномоченный государственный орган, контролирующий и регулирующий использование объектов животного мира и состояние среды их обитания.

Началом функционирования государственного кадастра особо охраняемых природных территорий (ООПТ) можно считать 1996 г., когда было выпущено постановление Правительства РФ «О порядке ведения кадастра ООПТ» [247]. Принципы ведения кадастра ООПТ указаны в соответствующем Федеральном законе [221]. Также относительно недавно (в 2012 г.) выпущен обновленный нормативно-правовой акт [234], регламентирующий процесс ведения кадастра ООПТ в соответствии с современными методическими и технологическими возможностями ландшафтно-географических исследований.

Кадастр ООПТ отвечает за сбор и систематизацию следующих сведений:

- правовой статус ООПТ;
- особенности географического положения ООПТ;
- детальные сведения о прохождении границ ООПТ по территории;

- режим охраны в пределах ООПТ;
- виды природопользования, разрешенные в пределах ООПТ;
- научная деятельность, ведущаяся в пределах ООПТ;
- участие ООПТ в эколого-просветительских мероприятиях;
- экономическая, историческая и культурная ценность ООПТ.

По своей сути кадастр ООПТ является многоцелевой информационной системой. Накапливаемые в ней сведения используются для решения следующих задач [234]:

- оценка современного состояния ООПТ,
- планирование перспективного развития сети ООПТ;
- осуществление государственного контроля за соблюдением режима природопользования и режима охраны на территории ООПТ;
- учет роли ООПТ при планировании социально-экономического развития данного региона.

Исторически в России сложилась многоступенчатая иерархия ООПТ, включающая в себя территории федерального, регионального и местного значения (не считая территорий, включенных в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, по умолчанию считающихся приоритетными перед всеми прочими категориями ООПТ РФ). Соответственно и государственный кадастр ООПТ ведется сразу на двух территориальных уровнях. Данные об ООПТ федерального значения собираются и учитываются Министерством природных ресурсов РФ, а данные об ООПТ регионального и местного значения систематизируются уполномоченными органами исполнительной власти субъектов РФ. Каждый из подвидов кадастра включает в себя два раздела: «Действующие особо охраняемые природные территории» и «Реорганизованные особо охраняемые природные территории».

На каждую ООПТ, являющуюся объектом государственного кадастра, составляется кадастровый паспорт, в котором фиксируются все основные качественные и количественные характеристики этой территории. Согласно приказу МПР РФ [234], сведения, внесенные в паспорт ООПТ, обновляются раз в четыре года.

Таким образом, функционирующая в России совокупность государственных кадастров достаточно сложна и охватывает большое количество ответственных организаций (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Организационная структура государственных кадастров РФ

Вид природных ресурсов	Головная организация	Ведомственная принадлежность
Водные ресурсы	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ	Минприроды РФ
	Федеральное агентство водных ресурсов РФ	Минприроды РФ
Земельные ресурсы	Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии РФ	Минэкономразвития РФ
Минеральные ресурсы	Федеральное агентство по недропользованию РФ	Минприроды РФ
Лесные ресурсы	Федеральная служба лесного хозяйства России РФ	Правительство РФ
Фаунистические ресурсы	Департамент по охране и рациональному использованию охотничьих ресурсов РФ	Минсельхозпрод РФ
	Служба по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира РФ	Минприроды РФ
Ресурсы ООПТ	Минприроды РФ	Минприроды РФ

Как видно из таблицы 1.1, значительную долю работы по ведению государственных кадастров осуществляет Министерство природных ресурсов и экологии РФ (Минприроды РФ). Однако в целом система управления кадастрами природных ресурсов охватывает три министерства и значительное количество ведомственных служб (не считая того факта, что Федеральная служба лесного хозяйства подчиняется напрямую правительству РФ). Следствием этого являются неизбежные разногласия в методиках и принципах сбора кадастровых данных, разночтения в методах сбора данных и формах отчетности, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на эффективности функционирования системы в целом. Происходит упущение отдельных категорий данных, дублирование информации, за-

медляются процессы информационного обмена между организациями и их подразделениями.

Необходимость формирования единого кадастра природных ресурсов на основе интеграции существующих систем государственных кадастров очевидна и обсуждается достаточно давно [31, 109, 128, 227, 268]. В данном направлении предпринимаются определенные шаги на ведомственном уровне (например, рекомендуется согласовывать сведения о площадях земель, указываемые в материалах лесного и земельного кадастров [157]). И, тем не менее, целенаправленная государственная стратегия по формированию единого кадастра природных ресурсов в России пока отсутствует.

Природно-ресурсные данные в системе мониторинга окружающей среды.

Поскольку мониторинг является одним из важных видов информационного обеспечения кадастра, то работы по мониторингу природных ресурсов в России зачастую выполняют те же организации, которые отвечают за ведение соответствующих кадастров. В таблице 1.2 представлен перечень этих организаций.

Таблица 1.2 – Государственные органы, отвечающие за ведение мониторинга различных природных ресурсов

Мониторируемые ресурсы	Государственный природоохранный орган
Водные ресурсы	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Министерство природных ресурсов РФ)
Земельные ресурсы	Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Минэкономразвития РФ)
Минерально-сырьевые ресурсы	Федеральное агентство по недропользованию (Министерство природных ресурсов РФ)
Лесные ресурсы	Федеральная служба лесного хозяйства Российской Федерации (Правительство РФ)
Фаунистические ресурсы (охотничьи и промысловые животные)	Служба Главохоты РФ (Министерство сельского хозяйства РФ)
Фаунистические ресурсы (рыбные ресурсы)	Федеральное агентство по рыболовству (Министерство сельского хозяйства РФ)

Государственный мониторинг водных объектов ведет наблюдения за состоянием поверхностных и подземных водных объектов, а также за водохозяйственными системами и сооружениями. Он предназначен для решения следующих задач [230]:

- фиксация существующих уровней загрязнения поверхностных вод и донных отложений по гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим показателям для моделирования и оценки распределения загрязняющих веществ в пространстве и во времени, оценки современного состояния водных ресурсов и прогноза возможных изменений, установления эффективности водоохранных мероприятий;

- систематизация собранных данных и их передача уполномоченным организациям для вынесения рекомендаций по охране и рациональному использованию водных ресурсов, разработке проектов экономического развития регионов с учетом состояния водных ресурсов;

- сбор экстренной информации о колебаниях уровня химического, биологического, или радиоактивного загрязнения водных объектов в результате хозяйственной деятельности или неблагоприятных природных явлений, прогнозирование возможных изменений уровней загрязнения, вынесение предупреждений для местных органов управления чрезвычайными ситуациями.

Руководящей организацией в сфере водного мониторинга является Росгидромет. В его ведении находятся базовые наблюдательные пункты, которые формируют государственную сеть мониторинга поверхностных вод. В ходе наблюдений на пунктах фиксируются следующие показатели:

- загрязненность химическими элементами и соединениями пресных поверхностных вод суши, а также прибрежной зоны морей;
- химический состав и кислотность атмосферных осадков и снежного покрова;
- загрязнение водных объектов радиоактивными веществами и изотопами.

Важной частью мониторинга поверхностных вод являются наблюдения за фоновым состоянием водных объектов. Это направление мониторинга предостав-

ляет данные о гидрохимических и гидробиологических характеристиках водных источников, не измененных человеком, поэтому пункты для подобных наблюдений размещают на реках и озерах в малообжитой местности или в черте особо охраняемых природных территорий.

Территориальный охват государственного водного мониторинга весьма широк. По состоянию на 1 января 2014 г. сеть данного мониторинга включала в себя [243]:

- наблюдения за гидрологическими показателями состояния поверхностных водных объектов на 3 111 постах;
- наблюдения за гидрохимическими показателями состояния поверхностных водных объектов на 1 816 постах;
- наблюдения за гидробиологическими показателями состояния поверхностных водных объектов на 188 постах;
- наблюдения за загрязнением морских вод на 282 гидрохимических станциях в прибрежных зонах девяти морей;
- наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков на 115 аэрологических станциях.

Частью общей системы мониторинга водных объектов также является контроль загрязнения снежного покрова, который ведется на 544 пунктах.

Общая последовательность ведения мониторинга поверхностных вод включает в себя четыре вида деятельности [230]:

- регулярные наблюдения за количественными и качественными показателями состояния воды, которые осуществляются на базовых наблюдательных пунктах в основные фазы водного режима;
- систематизация, первичная обработка и обновление собранных данных;
- выполнение оценочных и прогностических исследований для установления перспективы изменения состояния водных объектов.

Данные водного мониторинга используются для достижения следующих целей:

- выявление отрицательных природных и техногенных процессов, способных снизить качество поверхностных или подземных вод;
- прогнозирование распространения загрязнения поверхностных и подземных вод во времени и пространстве;
- планирование и проведение мероприятий по предотвращению отрицательных последствий загрязнения водных объектов;
- оценка и контроль эффективности исполнения мероприятий по охране водных ресурсов.

Мониторинг подземных водных объектов занимает особое положение в системе мониторинга природных ресурсов Российской Федерации. С одной стороны, сбор и систематизация информации о состоянии подземных вод вменена в обязанность Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. С другой стороны, мониторинг подземных вод является одной из основных и наиболее разработанных подсистем государственного мониторинга состояния недр, и основная часть работ выполняется именно Федеральным агентством по недропользованию (Роснедрами). На базе этого агентства организована государственная опорная наблюдательная сеть, которая охватывает около 6 000 наблюдательных пунктов. В качестве таковых пунктов выступают водозаборные и геологоразведочные скважины, а также колодцы, родники и прочие техногенные и природные объекты, позволяющие получить непосредственный доступ к подземным водам. Наблюдения, проводимые на пунктах, включают в себя определение следующих гидрогеологических характеристик [67]:

- уровень подземных вод и его колебания по сезонам года;
- динамика температуры подземных вод;
- расход подземных вод;
- химический состав подземных вод и его изменения.

В дополнение к собственной сети наблюдений, Роснедра используют данные объектного мониторинга подземных вод, который ведется недропользователями на различных промышленных объектах, связанных с эксплуатацией минеральных ресурсов.

Государственный мониторинг земельных ресурсов представляет собой систему наблюдений за состоянием земельных ресурсов, их качественными и количественными характеристиками, деградацией земель под влиянием естественных или антропогенных факторов, их использованием, а также за нарушениями режима разрешенного использования земель. В качестве объектов данного вида мониторинга выступают все земли Российской Федерации [231].

Основным законодательным актом, регламентирующим вопросы организации и ведения государственного мониторинга земель, является Земельный кодекс РФ. Согласно кодексу, данный вид мониторинга осуществляет сбор, систематизацию, первичную обработку и хранение данных о состоянии и использовании земель РФ, а также оценивает изменения их качества под влиянием природных и техногенных факторов.

Несмотря на то, что в программе мониторинга земель заявлена необходимость определения и оценки качества земельных ресурсов, основное внимание при ведении данного вида мониторинга уделяется сбору показателей, характеризующих правовой статус земель и их экономические характеристики. Это закономерно, поскольку мониторинг земель формировался на базе государственного земельного кадастра РФ и в настоящее время выступает как один из инструментов сбора кадастровых данных, нацеленных прежде всего на экономическую оценку земельных участков, контроль соблюдения нормативно-правовых актов в области земельного законодательства и выявление правонарушений и злоупотреблений, связанных с незаконной эксплуатацией земельных ресурсов. Согласно [95], основными задачами мониторинга почв являются, во-первых, сбор данных для обеспечения государственного контроля за проведением землеустроительных работ, использованием земель и их охраной, а во-вторых, обеспечение граждан РФ актуальными сведениями о состоянии и использовании земельных ресурсов. Хотя

среди задач мониторинга земель и заявлены выявление и оценка изменения их качества, круг собираемых показателей позволяет оценить лишь наиболее выраженные виды деструкции земель, такие как эрозия, заболачивание, подтопление, засоление, изменение русел рек, оврагообразование и пр.

Что касается характеристик состояния и динамики изменения почвенного покрова как природного тела, то подобные исследования предполагают иную программу наблюдения, фиксирующую разнообразные химические и агрохимические показатели состояния почв (содержание гумуса, биологическая активность почвы, кислотность почвы, концентрация тяжелых металлов, пестицидов, гербицидов и прочих техногенных веществ и соединений и т. п.). Подобный мониторинг выборочно ведется Росгидрометом в пределах промышленных центров, крупных сельскохозяйственных объектов и объектов, оказывающих интенсивное техногенное воздействие на почвы. Однако данная система не связана с системой государственного мониторинга земель, который ведется под эгидой Федеральной службы земельного кадастра России.

Наблюдения, осуществляемые в процессе мониторинга земель, различаются по срокам и периодичности проведения [222]:

- базовые наблюдения проводятся разово, при начале исследований на территории, которая доселе не была охвачена мониторингом земель;
- периодические наблюдения проводятся минимум раз в три года для установления основных тенденций и закономерностей в изменении состояния земель;
- оперативные наблюдения заключаются в непрерывной фиксации всех изменений состояния земель. Они позволяют получить объективную картину состояния земельных ресурсов в каждый конкретный момент времени.

В ходе ведения мониторинга земель используется информация из различных источников, представленная как в графическом, так и в статистическом виде. Основными источниками исходных данных являются:

- материалы дистанционного зондирования, которые могут быть получены как с помощью спутниковых систем, так и с использованием средств малой авиа-

ции и беспилотных летательных аппаратов (например, для изучения эрозии почв, техногенных нарушений почвенного покрова и рельефа [64, 83, 219]);

- материалы полевых съемок, наблюдений и обследований, полученных в ходе топографо-геодезических и землеустроительных работ;

- сбор данных статистической отчетности по формам, установленным для землепользователей РФ.

Данные, собранные и накопленные в ходе государственного мониторинга земельных ресурсов, впоследствии передаются в государственный фонд данных землеустройства. Практическое приложение этих данных состоит в формировании информационного обеспечения для регулирования и контроля использования земельных ресурсов на различных иерархических уровнях властных органов. Обобщенный и сокращенный массив данных также предоставляется широким слоям населения посредством публикаций ежегодных государственных докладов о состоянии и использовании земель в Российской Федерации. Эти доклады передаются в публичные библиотеки, а также публикуются в глобальной сети Интернет на сайте Федеральной службы земельного кадастра РФ.

Государственный мониторинг состояния недр представляет собой систему наблюдений за динамикой использования разведанных запасов полезных ископаемых, за неблагоприятными изменениями в геологической среде, которые вызваны горнодобывающими работами, а также за развитием отрицательных геологических процессов природного характера (вулканические процессы, сейсмическая активность, выветривание горных пород, изменение гидрогеологической обстановки, карстовые процессы и пр.). Учитывая сложность строения земной коры, объекты данного вида мониторинга весьма разнообразны. Прежде всего, это месторождения различных полезных ископаемых (причем мониторинг месторождений углеводородов выделен в отдельную подсистему), подземные воды, континентальный шельф, эндогенные и экзогенные геологические процессы, представляющие опасность для местного населения. Кроме того, мониторинг ведется и за теми участками недр, которые используются человеком в хозяйственных целях, не связанных с горнодобывающей деятельностью.

В ходе мониторинга состояния недр решаются следующие задачи:

- регулярная инвентаризация разведанных и прогнозных запасов полезных ископаемых, выявление новых, неучтенных месторождений или проявлений полезных ископаемых;
- регулярный учет объемов добычи полезных ископаемых и показателей эксплуатации подземных вод по объектам недропользования;
- регулярный сбор и систематизация данных о состоянии недр (характеристика опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов, определение геофизических показателей, наблюдение за процессами, связанными с подземными водами);
- оценка современного состояния недр и прогнозирование изменения их состояния при сохранении или усилении интенсивности техногенного воздействия;
- выявление, оценка интенсивности и прогнозирование дальнейшего развития отрицательных техногенных процессов, которые могут оказать влияние на экономическую эффективность дальнейшей эксплуатации недр или на здоровье и безопасность местного населения;
- регулярное уведомление государственных органов и субъектов хозяйственной деятельности об изменениях, происходящих в состоянии недр;
- планирование, проведение и контроль эффективности исполнения мероприятий по обеспечению рационального недропользования и охраны недр, а также по снижению риска от опасных геологических процессов;
- организация межведомственного взаимодействия в сфере обмена геологической информацией, международное сотрудничество по вопросам рационального природопользования.

Учитывая высокую экономическую важность минерально-сырьевых ресурсов для экономики России, мониторинг состояния недр подробно регламентируется целым рядом нормативных документов [67, 233, 279, 280]. Общее руководство процессом мониторинга осуществляет Федеральное агентство по недро-

пользованию (Роснедра), в качестве непосредственного исполнителя работ выступает Федеральный центр «Гидроспецгеология». В его структуру входят семь региональных центров, обеспечивающих ведение мониторинга состояния недр в пределах федеральных округов РФ, и 81 территориальный центр, отвечающий за ведение мониторинга в границах административных субъектов. Систематизация собранных геологических данных выполняется как внутри самой системы «Гидроспецгеологии», так и во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Именно эта организация отображает результаты мониторинга недр на государственных и обзорных геологических картах, которые являются главным научно-справочным пособием при планировании развития горнодобывающей и горнообработывающей промышленности России.

Однако актуальная информация о состоянии геологической среды представляет высокую ценность не только для планирования и ведения недропользования, но и для решения целого ряда смежных задач, таких как разработка проектов промышленного и гражданского строительства, оценка стоимости земельных участков, защита населения от чрезвычайных ситуаций, оценка экологического состояния территории и т. п. Поэтому, согласно Положению о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации [279], в процессе ведения мониторинга состояния недр Федеральное агентство по недропользованию осуществляет обмен данными с рядом министерств и ведомств. Информационными партнерами агентства являются следующие организации:

– Федеральный горный и промышленный надзор, которому предоставляется информация о месторождениях различных полезных ископаемых, о промышленных месторождениях подземных вод, а также об участках недр, используемых не для добычи полезных ископаемых. Это обеспечивает контроль за безопасностью работ при освоении недр, транспортировке полезных ископаемых, рациональностью и экономичностью использования минеральных ресурсов;

– Федеральный надзор по ядерной и радиационной безопасности, которому передаются данные о состоянии участков недр, используемых для захоронения радиоактивных отходов. Это позволяет снизить риск чрезвычайных ситуаций природного характера на подземных могильниках;

– Федеральная служба земельного кадастра, от которой Роснедра получают данные о площадях и границах земельных участков, особенностях их правового статуса и использования. Это позволяет контролировать правомерность промышленного использования участков недр, а также устанавливать ответственность за нарушения российского законодательства о недрах;

– Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, которой предоставляются данные об особенностях геологического строения территории, характере и интенсивности экзогенных и эндогенных геологических процессов, протекающих в ее пределах. Взамен Росгидромет предоставляет данные о загрязнении атмосферного воздуха, поверхностных вод суши, вод морей и океанов, почв. Такой взаимный обмен данными дает возможность оценить влияние изменений состояния наземных компонентов окружающей среды на состояние недр и наоборот;

– Министерство здравоохранения Российской Федерации является получателем сведений о качественных и количественных характеристиках подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, об объемах их использования, а также о состоянии подземных вод, классифицированных как естественные лечебные ресурсы. Эти данные являются основой для проведения социально-гигиенического мониторинга питьевой воды, а также для оценки рекреационного потенциала месторождений подземных вод;

– Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий передается информация об эндогенных геологических процессах, которые могут повлечь за собой чрезвычайную ситуацию (сейсмическая обстановка, поведение вулканов и пр.), а также сведения о конструктивных особенностях горнодобы-

вающих промышленных объектов (планировка шахт, карьеров, разрезов и пр.). Все эти данные служат для координации действий сотрудников аварийно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Мониторинг состояния недр ведется на пунктах государственной опорной наблюдательной сети, которые могут представлять собой отдельные скважины (геологоразведочные или водозаборные), кусты скважин, наблюдательные площадки и наблюдательные полигоны (на территориях, отличающихся сложностью геологического строения или интенсивностью техногенного преобразования). Также система мониторинга постоянно пополняется данными статистической отчетности, которые в соответствии с российским законодательством обязаны предоставлять все водопользователи и недропользователи [239].

Помимо данных, полученных в ходе полевых работ и отчетной информации недропользователей, при ведении мониторинга состояния недр используются данные ДЗЗ. Они позволяют отслеживать весьма широкий спектр неблагоприятных изменений, происходящих в геологической среде под воздействием человека [267]:

- развитие просадочных, суффозионных, карстовых процессов;
- активизация процессов раскрытия трещин в горных породах;
- деформация техногенных форм рельефа, обусловленных ведением горных работ (просадка днищ горных выработок, деформация бортов отвалов и пр.);
- изменение режима и баланса подземных вод;
- изменение поверхностной гидрографической сети под влиянием экзогенных геологических процессов техногенного происхождения.

Государственный лесной мониторинг можно определить как систему регулярных наблюдений за состоянием и изменениями лесных ресурсов России для планирования и проведения мероприятий по рациональному использованию и охране лесов. Объектом лесного мониторинга является весь лесной фонд России [220].

Историю развития данного вида мониторинга в России можно отсчитывать с 1993 г., когда были утверждены первые основополагающие документы, регламентирующие его процедуру [220, 278]. Согласно этим документам, государственный лесной мониторинг проводился для решения следующих задач:

- постоянное наблюдение и фиксация изменений состояния лесов России, а также земель лесного фонда;
- оценка современного состояния лесов и прогнозирование возможных перспективных изменений;
- формирование информационного обеспечения для принятия решений в области ведения лесного хозяйства и планирования природоохранных и лесовосстановительных мероприятий, сохранения биоразнообразия.

Начиная с 1993 г. система лесного мониторинга прошла через множество изменений [277], не всегда обоснованных. Лесной кодекс РФ [157], являющийся основным документом, регламентирующим процесс использования лесов в народном хозяйстве России, подвергался многократному редактированию, и на сегодняшний день из него изъят термин «мониторинг», и вместо него введено понятие «лесной надзор и контроль» [157]. Согласно Лесному кодексу, целью лесного надзора и контроля является предотвращение правонарушений, которые совершаются юридическими и физическими лицами РФ в области использования лесных ресурсов и ведения лесного хозяйства. Таким образом, акцент был резко смещен с наблюдения за состоянием лесных ресурсов как таковых на наблюдение за поведением граждан, использующих эти ресурсы. Соответствующим образом была перестроена вся иерархическая структура организаций, осуществлявших наблюдения за лесным фондом России. В результате система лесного мониторинга РФ фактически перестала функционировать как единое целое и распалась на ряд процедур, каждая из которых учитывает и систематизирует данные об определенном виде нарушения лесного фонда: пожарах, незаконных вырубках, вредителях и болезнях леса.

Мониторинг пожарной опасности (лесопожарный мониторинг) представляет собой наблюдения за показателями пожарной обстановки в лесах, а также наблюдения за развитием уже возникших пожаров [68, 232]. Фактически он ведется только в бесснежное время года, когда существует реальная угроза возгорания леса.

В ходе лесопожарного мониторинга фиксируются разнообразные климатические показатели (температура воздуха, температура точки росы в полдень, влажность воздуха, характеристики осадков, ветра, гроз и т. п.), которые в совокупности формируют высокий или низкий риск возникновения пожара [229, 236]. Эти данные фиксируются на метеопостах и метеостанциях, после чего используются для прогнозирования пожарной опасности на обширных территориях.

Во время пожара лесопожарный мониторинг фиксирует такие параметры, как площадь возгорания, направление и скорость распространения огненного фронта и дымового шлейфа, площадь, пройденная огнем за единицу времени, и пр. При этом широко используются данные дистанционного зондирования, в основном – космические снимки низкого пространственного разрешения, полученные в инфракрасном диапазоне. Снимки с разрешением от 100 м используются для выявления очагов возгорания; с разрешением от 50 до 100 м – для выявления зон задымления; с разрешением от 10 до 50 м – для определения площадей гарей и оценки степени повреждения лесонасаждений, пройденных огнем.

Вторым важным направлением мониторинга лесов является лесопатологический мониторинг, который отслеживает распространение в лесах России популяций насекомых-вредителей и болезней леса. Он осуществляется Российским центром защиты леса. В процессе этого мониторинга наблюдаются и оцениваются как численность и распространение популяций различных насекомых-вредителей, так и количество поврежденного древостоя и нанесенный экономический и экологический ущерб.

Лесопатологический мониторинг проводится с помощью наземных обследований, в ходе которых происходит отлов насекомых-вредителей с помощью феромонных ловушек, а также дистанционными методами, путем аэровизуально-

го осмотра леса специалистом Рослесхоза с борта малой авиации, либо с использованием материалов дистанционного зондирования с пространственным разрешением от 1 до 50 м [235, 330].

Государственный мониторинг объектов животного мира заключается в ведении регулярных наблюдений за объектами животного мира, особенностями их пространственного распределения, численностью видов и популяций, показателями физических кондиций [249]. Также в ходе данного вида мониторинга фиксируются и оцениваются показатели состояния среды обитания мониторируемых организмов (площадь их обитания, особенности ландшафтной структуры, степень техногенной нарушенности и пр.). Таким образом, данный вид мониторинга характеризуется особенно широким перечнем объектов наблюдения. Регулярным наблюдениям и учету подлежат:

- виды животных, которые в соответствии с российским законодательством являются объектами промысловой или любительской охоты;
- виды животных, причиняющих ущерб здоровью человека, а также животным или растениям, одомашненным человеком. «Вредность» вида устанавливается, исходя из специальных перечней вредителей домашних животных и вредителей растений; при этом следует отметить, что насекомые-вредители леса не рассматриваются как объект данного мониторинга, так как за ними ведет наблюдение лесопатологический мониторинг;
- виды промысловых рыб, а также других гидробионтов, являющихся объектами промысла;
- виды животных, которые отнесены к редким, исчезающим или эндемичным и занесены в Красную книгу России или региональную Красную книгу;
- экологическое состояние угодий, на которых обитает мониторируемый вид животных.

В отличие от других видов государственного мониторинга, мониторинг объектов животного мира не выделяется в самостоятельную систему, но рассматривается как одна из подсистем государственного мониторинга окружающей сре-

ды [244]. В силу комплексности объектов наблюдения, а также высокой сложности регулярного сбора объективных данных о живых организмах, постоянно перемещающихся в пространстве, мониторинг объектов животного мира всегда характеризовался слабой проработанностью как технологий наблюдения, так и организационно-правовой базы. Изначально руководящей организацией по его проведению являлось Министерство сельского хозяйства РФ, но в 2010 г. данный вид мониторинга был передан в ведение Минприроды РФ [241]. Непосредственную организацию исследований осуществляет контрольный информационно-аналитический центр охотничьих животных и среды их обитания (Центрохотконтроль). При этом наблюдения за ресурсами водных организмов ведет Комитет РФ по рыболовству [250], что способствует разночтениям в характере собираемых параметров и технологий ведения наблюдений.

Цели мониторинга объектов животного мира заключаются в своевременном выявлении сокращения популяций живых организмов, которые являются объектом природопользования, в сохранении биоразнообразия на данной территории и в информационном обеспечении мероприятий по восстановлению популяций, пострадавших от воздействия человека.

Методики и технологии ведения мониторинга животного мира сильно варьируются в зависимости от объекта наблюдений. Для учета численности и особенностей расселения крупных млекопитающих, которые являются объектами охоты, используется зимний маршрутный учет [167], а также аэронаблюдения (в зимнее время года) [38, 90, 323]. На маршрутах и ключевых участках также проводится и мониторинг птиц [99, 175]. Для определения численности насекомых проводится отлов на ключевых участках с применением феромонных ловушек, как и при ведении лесопатологического мониторинга. Однако в целом данные мониторинга объектов животного мира пока характеризуются дискретным покрытием территории и связанной с этим низкой их достоверностью [1, 152, 295, 296].

Природно-ресурсные данные в системе Росстата.

В настоящее время рациональное природопользование является необходимым условием устойчивого развития государства в целом и его отдельных регио-

нов. Однако эффективная реализация мероприятий по рациональному природопользованию возможна лишь при наличии информации о природных ресурсах и состоянии окружающей среды. Эта информация должна быть современной, достоверной и доступной как государственным и муниципальным органам, так и юридическим лицам и гражданам. Формирование соответствующей информационной базы является задачей статистики природных ресурсов.

Объектом статистики природных ресурсов являются все основные компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, земли, полезные ископаемые, флора и фауна. Статистика природных ресурсов ведется для решения следующих задач [353]:

- сбор данных об объемах и особенностях народно-хозяйственного использования природных ресурсов, и предоставление этой информации государственным органам управления, научно-исследовательским организациям и широкому кругу общественности;
- сбор данных о затратах природопользователей (физических и юридических лиц) на природоохранные и рекультивационные мероприятия, оценка эффективности реализации этих мероприятий;
- сбор данных о результатах реализации государственных программ по охране и защите окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, оценка эффективности выполнения этих программ;
- совершенствование теоретико-методического аппарата для осуществления экономической и экологической оценки воздействия различных видов производственной деятельности на окружающую среду;
- разработка нормативной документации, регламентирующей процесс ведения государственных кадастров.

Как видно из вышеприведенного перечня, понятие объекта статистики природных ресурсов включает в себя не только показатели промышленного использования природных ресурсов, но и показатели интенсивности влияния человека на окружающую среду, качества этой среды и ее отдельных компонентов. Ком-

плексность объекта исследований обуславливает межотраслевой характер статистики природных ресурсов как научной дисциплины. Она отработывает методы и приемы сбора данных и формирует массивы статистической информации в тесной взаимосвязи с другими статистическими отраслями, такими как статистика промышленности, статистика сельского хозяйства, социальная, демографическая и экологическая статистика. Благодаря этому статистика природных ресурсов не только позволяет контролировать соблюдение природоохранного законодательства и нормативов использования природных ресурсов, но и создает информационную базу для разработки конкретных мероприятий по развитию различных отраслей промышленности с позиций рационального ведения природопользования.

Методология статистики природных ресурсов опирается на системное рассмотрение и описание природных ресурсов. Статистические данные, собираемые в ходе исследований, характеризуют как природные и техногенные факторы, повлиявшие на изменение состояния природных ресурсов, так и финансовые затраты на освоение ресурсов и на связанные с этим процессом природоохранные и восстановительные мероприятия. В основном используется балансовый метод оценки объемов использования природного ресурса и расходов на его восстановление.

Комплексность природно-техногенных процессов, изучаемых статистикой природных ресурсов, обуславливает исключительную широту спектра количественных показателей, которые фиксируются в ходе исследований и наблюдений. Общий информационный массив статистики природных ресурсов включает в себя следующие группы показателей:

- показатели нарушенности компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв и земель, подземных вод, недр, показатели деградации растительного покрова и животного мира);

- показатели качества компонентов окружающей среды и прогноз их качественных изменений;

- показатели, характеризующие интенсивность воздействия различных видов промышленной деятельности человека на состояние эксплуатируемого природного ресурса (или ресурсов) и окружающей среды в целом;
- показатели, характеризующие объем образования твердых, жидких и газообразных промышленных и бытовых отходов и их утилизацию;
- показатели эффективности природоохранных, рекультивационных, компенсационных и прочих мероприятий, проводимых для снижения отрицательного воздействия человека на окружающую среду.

С точки зрения картографирования природных ресурсов наибольший интерес представляет первая из вышеперечисленных групп показателей, которая объединяет показатели состояния природных компонентов. Рассмотрим их более подробно.

В соответствии с общепринятой классификацией природных ресурсов, в данную группу показателей статистики природных ресурсов включены те параметры и характеристики, которые используются при изучении и оценке состояния природных компонентов, наиболее важных не только для развития различных отраслей промышленности, но и для обеспечения качества окружающей среды, соответствующего санитарно-гигиеническим нормативам и обеспечивающего минимальное отрицательное влияние на здоровье местного населения [153]. Эти показатели характеризуют состояние, использование и охрану пресных поверхностных вод, земель, недр и лесных ресурсов. В дополнение к ним также определяются показатели, характеризующие состояние и охрану тех природных компонентов, которые не эксплуатируются человеком непосредственно, но испытывают косвенное антропогенное давление. Это атмосферный воздух и особо охраняемые природные территории.

Далее будут более подробно рассмотрены особенности ведения статистических исследований по каждой из вышеперечисленных категорий природных ресурсов:

- а) статистика состояния, загрязнения и охраны атмосферного воздуха.

Целью данного вида статистики является сбор данных об антропогенном загрязнении воздушного бассейна. При этом в качестве объектов наблюдения рассматриваются только загрязняющие выбросы от стационарных источников, передвижные источники загрязнения атмосферы (например, автотранспорт) не учитываются. Это затрудняет использование собранных данных для комплексной оценки состояния окружающей среды, особенно для крупных населенных пунктов, где удельный вес выбросов в атмосферу от автомобильного транспорта может быть сопоставимым с выбросами от стационарных источников или даже превышать их.

В соответствии с действующей методической документацией [168], все стационарные источники атмосферных выбросов подразделяются на организованные и неорганизованные. К первым относятся источники, оборудованные специальными очистными сооружениями (газоочистными установками, системами пылеуловителей и пр.). При осуществлении загрязняющего выброса из организованного источника выбрасываемые загрязнители пропускаются через систему фильтров, воздухопроводов и прочих технических приспособлений, обеспечивающих значительное снижение концентрации загрязнителей, попадающих в воздушный бассейн. К организованным источникам относится значительная часть котельных и промышленных предприятий, где установка очистных сооружений является обязательной частью общего проекта предприятия.

Из неорганизованных источников выбросы поступают непосредственно в атмосферу, минуя какие-либо очистные системы. Примером таких источников являются карьеры по добыче полезных ископаемых открытым способом, места проведения взрывных работ, места хранения или погрузки-разгрузки сыпучих веществ (особенно пестицидов и прочих сельскохозяйственных ядохимикатов), а также дефекты в системах трубопроводов, предназначенных для перекачки пара или газовых смесей.

Предметом наблюдения данного вида статистики являются различные характеристики самих загрязняющих выбросов и их источников. Это объемы выбросов в единицу времени, количественный состав выбросов по принятой клас-

сификации (диоксид серы, оксиды углерода, оксиды азота, летучие органические соединения, прочие вещества), объемы очистки, улавливания и утилизации выбросов.

В качестве единицы наблюдения в статистике состояния, загрязнения и охраны атмосферного воздуха выступают следующие виды источников:

- 1) промышленные предприятия, на территории которых находится хотя бы один стационарный источник загрязнения воздушного бассейна;
- 2) котельные, относящиеся к жилищно-коммунальному, транспортному и прочим отраслям хозяйства.

Источниками информации статистики состояния, загрязнения и охраны атмосферного воздуха является первичная статистическая отчетность, которая в соответствии с законодательством ведется всеми природопользователями России по форме государственного статистического наблюдения № 2-ТП (воздух). Также используются данные из экологических паспортов предприятий, данные мониторинга атмосферного воздуха, ведущегося под эгидой Росгидромета, и материалы выборочных проверок и обследований;

- б) статистика состояния, использования и охраны водных ресурсов.

Целью данного вида статистики является сбор и систематизация данных о количестве и качестве водных запасов и объемах их использования в промышленных и коммунально-бытовых целях. Собранные данные используются для решения ряда актуальных задач, связанных с экологией и рациональным использованием водных ресурсов:

- 1) оценка современных запасов воды (включая пресную воду, пригодную для бытового использования без предварительной очистки), изучение динамики сокращения или прироста запасов вод;
- 2) контроль качества поверхностных вод, используемых в централизованных системах водоснабжения различного назначения;
- 3) контроль объемов использования водных ресурсов водопользователями и объемов изъятия вод водопотребителями;

4) контроль объемов промышленного и коммунально-бытового загрязнения водоемов и водотоков, эффективности очистных сооружений и систем оборотного водоснабжения.

Объектом статистики водных ресурсов являются все водные объекты, которые включены в Единый государственный водный фонд РФ. Согласно законодательству [39, 73], это пресные поверхностные воды суши (реки, озера, каналы, водохранилища, пруды и пр.), ледники и снежники, подземные воды, а также территориальные воды морей и океанов. В качестве предмета статистики рассматриваются качественные и количественные характеристики поверхностных и подземных вод, формирующиеся в результате деятельности водопользователей и водопотребителей, а также показатели, характеризующие интенсивность эксплуатации водных объектов и уровень загрязнения воды в них. Особо фиксируются затраты на мероприятия по охране и рациональному использованию вод: расходы на строительство очистных сооружений промышленного и коммунально-бытового назначения и городских канализационных систем, организацию и проведение водного мониторинга, приобретение оборудования для контроля качества воды, организацию водоохраных вод и т. п.

Единицей статистического наблюдения являются отдельные предприятия всех отраслей экономики [349]. При этом не имеет значения, является ли данное предприятие водопользователем или водопотребителем, к какой отрасли экономики оно принадлежит, для каких целей осуществляет забор воды (если осуществляет), производит ли оно загрязняющие сбросы в водоисточники, и наличествуют ли на предприятии очистные сооружения.

Источниками исходных данных статистики водных ресурсов являются статистические формы № 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды», которые в соответствии с российским законодательством ежегодно заполняются всеми промышленными предприятиями. Также учитываются некоторые показатели состояния и качества поверхностных вод, которые собираются Росгидрометом в ходе водного мониторинга (гидрологические характеристики водоемов и водотоков,

концентрации загрязняющих веществ в воде, индекс загрязнения воды и пр.). В территориальном отношении систематизация собранных данных может выполняться по отраслям промышленности, по системе бассейнового деления территории РФ, или по административным регионам;

в) статистика состояния, использования и охраны земельных ресурсов.

Цель данного вида статистических исследований заключается в сборе сведений о площади различных категорий земель, их состоянии, мероприятиях по охране, мелиорации и рекультивации земель.

Объектом данного вида статистики является земельный фонд РФ, который включает в себя земли населенных пунктов, земли промышленного, транспортного, сельскохозяйственного назначения, земли государственного водного и лесного фондов, земли государственного запаса, а также курортные и заповедные земли [70]. В соответствии с Земельным кодексом РФ, каждая категория земель далее подлежит более детальной классификации. Например, среди сельскохозяйственных земель выделяют разные угодья (пастбища, сенокосы, пашни, земли многолетних сельскохозяйственных насаждений, залежи); среди земель населенных пунктов выделяют городские, поселково-сельские, дачные земли, земли природной зоны и т. п.

Предметом статистики земельных ресурсов являются площади, занятые различными категориями земель, динамика изменения этих площадей в пространстве и во времени, основные качественные характеристики почв, показатели загрязнения и нарушения земель [70]. Однако в связи со значительным влиянием экологического состояния земель на развитие сельского и лесного хозяйства и на здоровье местного населения, в последние годы статистика охраны земельных ресурсов начинает выделяться в самостоятельное направление исследований, которое фиксирует показатели, характеризующие наличие и состояние нарушенных, рекультивированных и обработанных земель [341]. Ее целью является сбор данных о техногенном загрязнении земель, их нарушенности в результате нерационального или нецелевого использования, об отрицательных изменениях земель под влиянием естественных процессов

(эрозии, дефляции, засоления, заболачивания, подтопления), а также о мероприятиях по орошению, осушению и рекультивации земель.

Единицей статистики земельных ресурсов являются все промышленные предприятия России, деятельность которых связана с изменением рельефа земель или преобразованием их химического состава. Это, прежде всего, предприятия горнодобывающей, строительной и сельскохозяйственной промышленности, а также различные организации, ведущие изыскательские и проектные работы, связанные с нарушением земель;

г) статистика лесных ресурсов.

Целью ведения данного вида статистических исследований является сбор и обобщение сведений о современном состоянии лесных насаждений, их хозяйственном использовании и лесовосстановлении для рационального планирования и ведения лесного хозяйства.

В качестве объекта статистики лесных ресурсов рассматривается лесной фонд РФ [156]. Это комплексное понятие, которое охватывает следующие виды территорий:

- 1) залесенные территории (за исключением лесов, расположенных на землях обороны и населенных пунктов);
- 2) незалесенные территории, которые необходимы для организации и ведения лесного хозяйства, и поэтому включены в земли лесного фонда;
- 3) нелесные земли, представляющие собой участки сельскохозяйственных угодий или незалесенных территорий (болота, естественные редины и пр.), расположенные внутри леса.

Предметом статистики лесных ресурсов является достаточно широкий перечень показателей:

- 1) показатели распределения лесного фонда по административным единицам и экономическим районам РФ;
- 2) качественные и количественные характеристики лесного фонда (распределение лесов по породному составу, категориям спелости, эксплуатационным и возрастным категориям);

3) показатели использования лесного фонда (площади рубок различного назначения, объемы вырубаемого леса, расчетная лесосека и т. п.);

4) показатели восстановления лесного фонда (площади посадок и посева леса, рубок ухода, и пр.).

Единицей статистического наблюдения являются предприятия лесного хозяйства (лесхозы, леспромхозы и т. п.), которые осуществляют лесоустроительные и лесовосстановительные работы [81]. Ввиду большого значения лесных ресурсов для экономики государства, сбор и систематизация данных статистики лесных ресурсов производится в следующих территориальных границах [341]:

- 1) в пределах единиц административного деления;
- 2) в пределах экономических районов;
- 3) в границах природной зоны вокруг озера Байкал;
- 4) в границах районов проживания малых народов Крайнего Севера.

В качестве источников исходных данных статистика лесных ресурсов использует материалы ежегодной статистической отчетности, которые формируются лесхозами и леспромхозами, и содержат сведения об объемах отпускаемой древесины, лесовосстановительных и лесозащитных мероприятиях, ущербе от пожаров, побочном использовании леса. Также привлекаются данные государственного учета лесов, который проводится каждые пять лет;

д) статистика полезных ископаемых и геологоразведочных работ.

Цель данного вида статистики заключается в сборе объективных и достоверных данных для оценки возможностей промышленного использования минеральных ресурсов и перспективного планирования развития горнодобывающей промышленности. Объектом статистических исследований являются месторождения полезных ископаемых (как балансовые, так и забалансовые), а также площади, перспективные для обнаружения новых месторождений.

Минеральные ресурсы относятся к категории невозобновимых природных ресурсов, утрата которых крайне пагубно сказывается как на экономическом развитии региона, так и на состоянии природной геологической среды и связанных

с нею компонентов (рельефа, почв, поверхностных и подземных вод). Необходимость тщательного контроля за состоянием и использованием недр обуславливает широкий перечень характеристик, которые являются предметом статистики полезных ископаемых [2]:

- 1) наличие, качественные и количественные характеристики, динамика потребления запасов полезных ископаемых, которые классифицируются по промышленному применению, по физическому состоянию и по степени разведанности;
- 2) показатели извлечения полезных веществ и потерь при добыче полезных ископаемых;
- 3) показатели экономии минеральных ресурсов в ходе рационального природопользования, характеристики мероприятий по охране недр;
- 4) экономические показатели месторождений, намеченных к эксплуатации;
- 5) показатели геологической и экономической эффективности геологоразведочных работ.

Единицей статистики минеральных ресурсов являются организации и предприятия, ведущие лицензированную деятельность в области разработки недр, а также геологоразведочных работ.

Источником информации о минеральных ресурсах являются данные Государственного баланса полезных ископаемых (балансовые таблицы). Такие таблицы заполняются на все регионы России и содержат сведения о названиях месторождений, их категориях разведанности, запасах полезных ископаемых, показателях наличия запасов на начало и конец года, изменениях запасов при добыче или в процессе переоценки месторождения.

Источником данных о геологоразведочных работах является годовая статистическая отчетность по форме № 01-ГР и Приложение к ней [262]. Эти формы заполняются всеми геологоразведочными организациями России. Обобщение собранных данных выполняется на следующих территориальных уровнях:

- 1) на уровне организации, ведущей геологоразведочные работы;
- 2) на уровне крупного месторождения;

- 3) на уровне территории или региона;
- 4) на общегосударственном уровне.

Природно-ресурсные данные лазерного сканирования местности.

В настоящее время лазерное сканирование является одной из новейших геодезических технологий, возникшей благодаря синтезу достижений компьютерных технологий, оптико-электронного приборостроения и лазерной техники. Оно позволяет представить сканируемый объект или участок местности в виде набора точек с известными пространственными координатами (так называемого «облака точек») [324]. Измерения осуществляются с использованием специального геодезического прибора – лазерного сканера, в полностью автоматизированном режиме, и характеризуются чрезвычайно высокой скоростью наблюдения (от нескольких десятков тысяч до миллиона определений координат в секунду). Дальнейшая визуализация результатов измерений может осуществляться в различных формах: двухмерные цифровые карты, трехмерные модели (схематичные и натуралистичные), наборы поперечных сечений, статистические массивы и пр., исходя из целей съемки.

В зависимости от особенностей монтажа съемочного оборудования, лазерное сканирование подразделяется на наземное, мобильное и воздушное.

Наземное лазерное сканирование выполняется с помощью специальной съемочной системы, которая представляет собой лазерный сканер, установленный на штатив по аналогии с другими геодезическими приборами. В ходе съемки определяются расстояния от сканера до точек объекта, а также регистрируются горизонтальные и вертикальные углы. В целом процесс схож с электронной тахеометрической съемкой, но в отличие от последней наземное лазерное сканирование осуществляет съемку объекта в целом, а не отдельных его точек, что и позволяет в результате сформировать трехмерное представление исследуемого объекта (так называемый скан объекта) [178].

Наземные лазерные сканеры отличаются очень высокой разрешающей способностью. В зависимости от модели и технических характеристик, минимальный

размер объектов, съемку которых можно выполнить с помощью таких сканеров, колеблется от 0,5 до 2 см, а точность съемки варьируется от 0,5 до 5 мм. Однако столь высокие точностные характеристики компенсируются сравнительно низкой производительностью: от 4 до 20 га при топографической съемке масштаба 1 : 500 [261].

Наземное лазерное сканирование широко используется при решении различных задач в области промышленного проектирования, архитектуры и строительства, ведения городского хозяйства, в частности:

- при создании фасадных и поэтажных чертежей и трехмерных моделей зданий различного назначения;
- при мониторинге строительных работ различного назначения;
- при создании трехмерных моделей инженерных сетей, сложных промышленных сооружений и конструкций, обнаружении дефектов и отклонений в размерах.

При планировании и ведении рационального природопользования результаты наземного лазерного сканирования позволяют значительно оптимизировать локальный контроль за состоянием техногенных объектов горно-добывающей промышленности (шахт, рудников, карьеров, буровых вышек, а также связанных с ними объектов инфраструктуры). Как показал практический опыт [321], использование наземных лазерных сканеров при крупномасштабном картографировании нефтегазовых районов сокращает продолжительность полевых работ в 4–4,5 раза. Также подтверждена высокая эффективность наземного лазерного сканирования при трехмерных исследованиях состояния нефтегазового оборудования [322].

При осуществлении мобильного лазерного сканирования съемочное оборудование монтируется на наземном или водном транспортном средстве (автомобиле, железнодорожной платформе, морском или речном судне), которое движется по определенной траектории (автомобильной или железной дороге, речному или морскому пути). Скорость съемки при этом совпадает со скоростью движения транспортного средства и составляет десятки километров в час. Ширина зоны захвата сканера составляет от 50 до 250 м. Процесс съемки не прерывается при

кратковременном пребывании сканера в закрытом пространстве (например, в коротком туннеле, при проезде под мостом, эстакадой или под многоуровневой транспортной развязкой). Точность съемки колеблется от 5 до 8 см, что несколько ниже, чем при наземном лазерном сканировании; производительность мобильного лазерного сканера составляет до 500 погонных км в день [261]. Однако следует учитывать, что в процессе сканирования качество съемки может быть снижено из-за отражения лазерного луча сопутствующими препятствиями (ограждениями, шумозащитными лесополосами, встречным транспортом и т. п.). Кроме того, при мобильной съемке с транспортного средства небольшой высоты (легковой автомобиль, речной катер) крыши придорожных сооружений остаются недоступными для наблюдения.

Сфера применения мобильного лазерного сканирования по большей части ограничена мониторингом и картографированием линейных объектов промышленного и гражданского назначения (автомобильные и железные дороги, городские улицы и внутриквартальные проезды, линии электропередачи и пр.). Также эта технология позволяет эффективно осуществлять топографическую съемку и трехмерное моделирование инфраструктурных элементов, которые характеризуются особенно сложной, многоуровневой структурой (транспортные развязки, эстакады, мосты, нижние бьефы плотин и т. п.).

При сборе природно-ресурсных данных наиболее востребованным является воздушное лазерное сканирование. Оно производится посредством лазерного сканера, установленного на борту воздушного судна (самолета малой авиации или вертолета, беспилотного летательного аппарата). Точность сканирования составляет от 5 до 8 см, производительность съемки – до 800 погонных км в день (при ширине полосы съемки до 1,5 км) [261]. Воздушное лазерное сканирование обладает широким спектром возможностей в области исследования природных ресурсов:

а) рациональное использование водных ресурсов. В этой области воздушное лазерное сканирование позволяет решать целый ряд задач, связанных с изучением

географических и экологических особенностей гидрографической сети или отдельных водных объектов и с проектированием различных гидротехнических сооружений (рисунок 1.8).

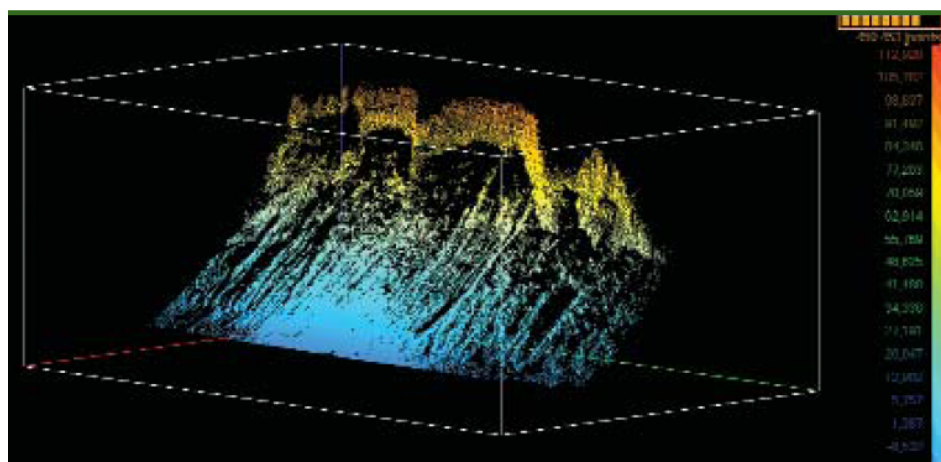


Рисунок 1.8 – Фрагмент «облака точек» одного из береговых участков Красноярского водохранилища [3]

Данные воздушного лазерного сканирования позволяют решать следующие задачи:

- 1) выявление границ водосборных бассейнов, мониторинг эрозии берегов, мониторинг состояния русел малых рек;
 - 2) мониторинг высоты снежного покрова, горных ледников;
 - 3) создание трехмерных моделей проектируемых и мониторинг существующих водохранилищ, оросительных и осушительных систем;
 - 4) планирование и обоснование мероприятий по защите от наводнений, оползней, селей с использованием трехмерного моделирования;
- б) рациональное использование земельных ресурсов. Здесь данные воздушного лазерного сканирования позволяют вести сельскохозяйственный мониторинг и картографирование садовых и высокорослых полевых культур (определение высоты деревьев, оценка неоднородности роста посевов, трехмерное моделирование и оптимизация оросительной сети);

в) рациональное использование минеральных ресурсов. Воздушное лазерное сканирование, так же как и аэрофотосъемка, предоставляет объективную картину горно-промышленного ландшафта, но при этом обеспечивает более высокую детальность и точность исследований, что позволяет выявить особенности взаимодействия горно-добывающих объектов с местной геосистемой в целом, или ее природными и техногенными элементами (рисунок 1.9).

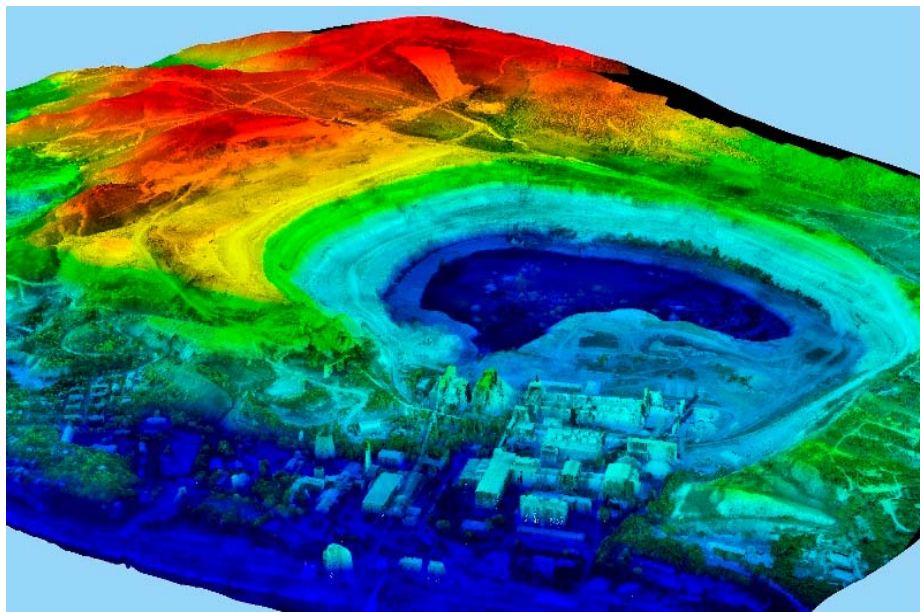


Рисунок 1.9 – Результаты воздушного лазерного сканирования карьера и прилегающей территории [260]

Из конкретных практических задач, решаемых методом воздушного лазерного сканирования, следует отметить:

- 1) проектирование и моделирование предприятий горно-добывающей промышленности с учетом их рациональной интеграции в местную геосистему;
- 2) мониторинг месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытым способом;
- 3) расчет объемов грунта, перемещаемого при разработках;
- 4) расчет объемов выработки;
- 5) мониторинг за осадками и деформациями грунтов на крупных промышленных объектах;

г) рациональное использование лесных ресурсов – пожалуй, наиболее обширная сфера приложения воздушного лазерного сканирования. Оно позволяет определять весьма широкий спектр характеристик лесных ландшафтов и таким образом осуществлять экологическую и экономическую оценку лесонасаждений. Пример подобных исследований приведен на рисунке 1.10.

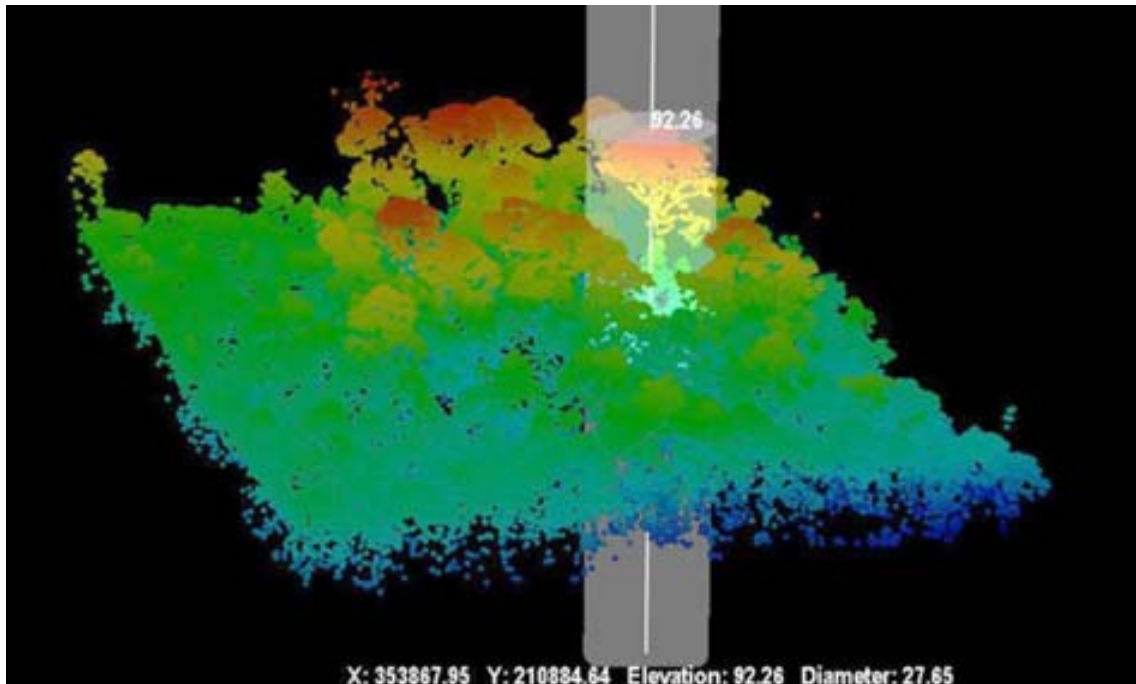


Рисунок 1.10 – Использование данных воздушного лазерного сканирования для определения количественных характеристик лесонасаждений [337]

Круг практических задач по ведению лесного хозяйства, решаемых с применением технологии воздушного лазерного сканирования, весьма широк:

- 1) ведение мониторинга лесного фонда, в том числе – выполнение лесной таксации на основе наблюдаемой высоты деревьев и плотности крон;
- 2) ведение лесопатологического мониторинга (с одновременной цифровой аэрофотосъемкой с разрешением 5–15 см в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах для выявления очагов поврежденной растительности);
- 3) оценка ущерба от стихийных бедствий (лесные пожары, наводнения, ветровалы, лавины) в натуральном выражении;

- 4) установление особенностей показателей лесного фонда с особенностями местного рельефа, поверхностной и подземной водной сети;
- 5) проектирование перспективных лесонасаждений различного назначения (лесопитомники, защитные полосы и т. п.);
- 6) мониторинг зарастания лесных просек.

1.3 Анализ современных геоинформационных продуктов природно-ресурсной тематики

Главенствующая роль ГИС в управлении территориями была предсказана ведущими российскими географами и картографами еще в конце 80-х гг. XX в. [34, 54, 147, 159]. В настоящее время, благодаря совершенствованию методов получения, обработки и анализа данных о Земле, именно ГИС становятся основным инструментом для эффективного планирования и ведения природопользования в пределах конкретных территорий. Введение ГИС в повседневную практику административной деятельности и бизнеса, развитие интернет-технологий предоставили возможность удаленного доступа к картографической информации и обусловили резкий рост популярности картографического представления данных среди широкого круга пользователей [42, 125, 160, 182, 197]. Одной из наиболее распространенных форм представления пространственно привязанных данных в интернете является геопортал – веб-портал, отображающий и предоставляющий доступ к географической информации посредством веб-сервисов [145].

В зависимости от предпочтения разработчиков, картографическая информация, входящая в структуру геопортала, может быть представлена в виде совокупности слоев, дополняющей текстовые и статистические данные портала, либо выделена в самостоятельную подсистему, носящую различные названия («геоинформационная система», «информационно-картографическая система», «справочная картографическая система» и т. п.). Независимо от этого первоначально картографическая часть геопорталов ограничивалась свободно распространяемыми цифровыми картами (OpenStreetMap или Яндекс.Карты), отображающими базовую

вую общегеографическую информацию, дополненную небольшим набором сведений социального-экономического характера (местоположение органов местного самоуправления, сети социально-культурных учреждений, транспортных маршрутов и т. п.).

С течением времени содержание геопорталов дополнялось и расширялось путем добавления цифровых слоев с разнородной тематической информацией (данными о региональной промышленности, загрязнении окружающей среды, охраняемых территориях и пр.). Поскольку природные ресурсы являются основой экономики любого региона, среди разработчиков геопорталов (особенно региональных) стало правилом включать в структуру геопортала группу картографических слоев, характеризующих как минимум те виды природных ресурсов, которые наиболее интенсивно используются в местном промышленном производстве. Так геопорталы превратились в один из основных источников актуальных природно-ресурсных данных для широкого круга пользователей.

На сегодняшний день в России насчитывается 10 федеральных геопорталов, 28 региональных и 9 муниципальных [62]. Следует отметить, что рабочая версия геопортала, характеризующего весь природно-ресурсный комплекс России на общегосударственном уровне, в настоящее время отсутствует. Имеются только сервисы, посвященные земельным и лесным ресурсам [12, 104, 292]. Муниципальные геопорталы и ГИС-продукты, как правило, не предоставляют природно-ресурсную информацию по причине небольшого территориального охвата и высокой ориентированности на решение задач в области социального и экономического развития муниципального образования. Таким образом, основной массив цифровых природно-ресурсных данных концентрируется на геопорталах регионального уровня. Однако следует отметить, что из 28 региональных геопорталов, информация о которых представлена в глобальной сети Интернет, только 8 имеют в своей структуре природно-ресурсный раздел. Ниже будут охарактеризованы особенности представления природно-ресурсной информации на этих геопорта-

лах, а также проанализированы основные функции, предоставляемые пользователям для работы с природно-ресурсными геоданными.

Комплексная ГИС в составе автоматизированной системы поддержки принятия решений по управлению природными ресурсами и охраной окружающей среды Республики Башкортостан [303], разработчик – Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ). Основными пользователями этой ГИС являются специалисты Минэкологии Республики Башкортостан, федеральных и государственных ведомств (главным образом, те из них, которые участвуют в природоохранной деятельности), а также население (например, при получении государственных услуг).

Совокупность информации, обрабатываемой в ГИС, классифицируется следующим образом:

- административное деление Республики Башкортостан;
- информация о природопользователях (в том числе недропользователях) и их деятельности;
- информация о водных, минеральных, растительных, животных ресурсах республики;
- данные о состоянии атмосферного воздуха;
- данные Республиканского кадастра отходов;
- сведения об ООПТ;
- сведения об опасных природных явлениях (наводнениях, ураганах, паводках и пр.).

Каждый из объектов, наносимых на цифровые карты в составе данной ГИС, характеризуется координатной и атрибутивной (название, административная принадлежность, качественные и количественные характеристики) информацией.

Подсистемы, образующие ГИС, делятся на две большие группы:

- автоматизированные информационные системы для ведения кадастра отходов, кадастра территорий, загрязненных нефтепродуктами, учета паводков и регистрации результатов инспекционной деятельности;

– ГИС, названные авторами «тематическими» и характеризующие различные вопросы природопользования и охраны окружающей среды, а именно: полезные ископаемые, ООПТ, границы охотоугодий, рыбопромысловые участки, пруды и гидротехнические сооружения. Рабочее окно ГИС представлено на рисунке 1.11.

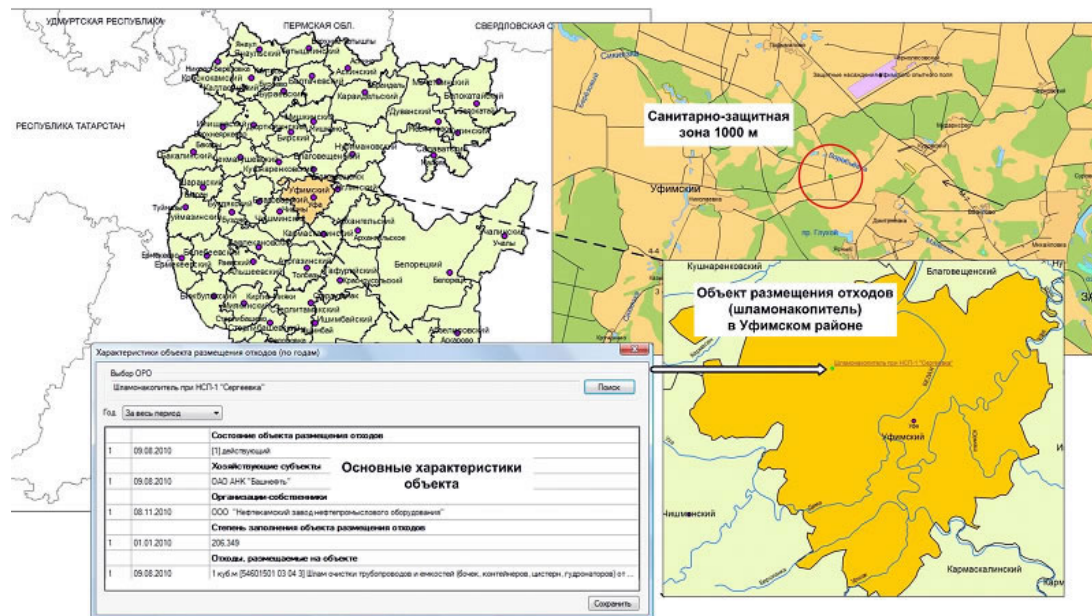


Рисунок 1.11 – Представление данных Республиканского кадастра отходов [303]

Разработчиками планируется дальнейшее расширение функциональных возможностей ГИС, ориентированное на предоставление средств картографической обработки данных, в том числе удаленным пользователям из территориальных подразделений на базе программного обеспечения ArcGIS Server, предназначенного для совместного использования пространственной информации неограниченным числом пользователей.

Геопортал имущественных и земельных отношений Республики Бурятия [56], разработчик – компания «Совзонд».

Целью геопортала заявлены сбор, систематизация и предоставление всем заинтересованным лицам доступа к кадастровой информации и картографическим произведениям на территорию Республики Бурятия. Помимо карт, на геопортале также содержится большой архив космических снимков.

Основной упор в деятельности портала сделан на предоставление информации о кадастровых участках и привязанных к ним данных. Поэтому в структуре геоportала сведения о земельных ресурсах выделены в особый раздел, названный «Земельный фонд». Прочая информация о регионе содержится в разделе «Тематические слои». Он представляет собой несортированный список цифровых слоев, отражающих природно-ресурсную, социально-экономическую и рекреационную информацию. Характеристику природно-ресурсного потенциала призваны передавать слои «Водные ресурсы» (размещение водных объектов, включая болота), «Лесные ресурсы» (места лесозаготовок лесничества, базы ГБУ РБ «Авиационная и наземная охрана»), «Минерально-сырьевые ресурсы» (месторождения полезных ископаемых и охотничьи ресурсы), «Природные объекты» (памятники природы, архитектуры, археологии и ООПТ). Значительная часть картографируемых объектов локализована в точках и отображается точечными условными знаками, что затрудняет суждение о пространственной протяженности природно-ресурсных тел. Выбор тематических слоев выполняется в узком окне, что осложняет работу пользователя (рисунок 1.12). Меню карты предоставляет только основные функции по масштабированию окна карты, измерению расстояний, поиску объектов по координатам и распечатке результатов.

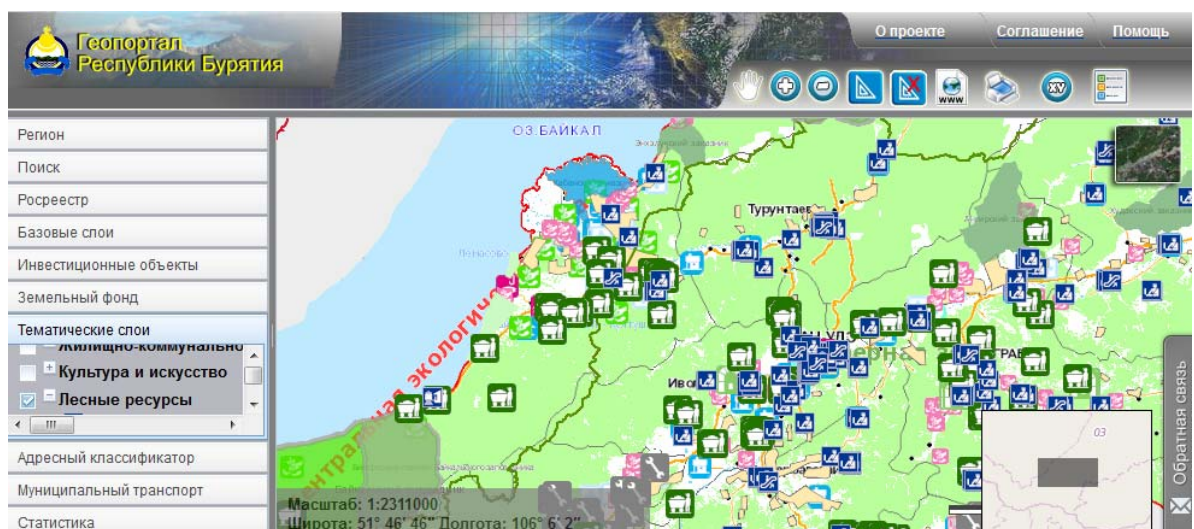


Рисунок 1.12 – Рабочее окно геоportала имущественных
и земельных отношений Республики Бурятия

Геопортал Воронежской области [102], данные разработчика не указаны. Картографическая часть портала представлена совокупностью цифровых слоев, по большей части передающих содержание различных схем территориального планирования (транспортной сети, строительства и рекультивации, туризма и т. п.). Характеристике природных ресурсов посвящен небольшой раздел, озаглавленный «Экология и природопользование» и отображающий весьма скупую характеристику природно-ресурсного потенциала (месторождения полезных ископаемых, водоохранные зоны и ООПТ) (рисунок 1.13). Пользователю предоставляется возможность создавать на карте собственные объекты, однако сохранение пользовательских слоев невозможно, как и привязка к созданным объектам какой-либо семантической информации.

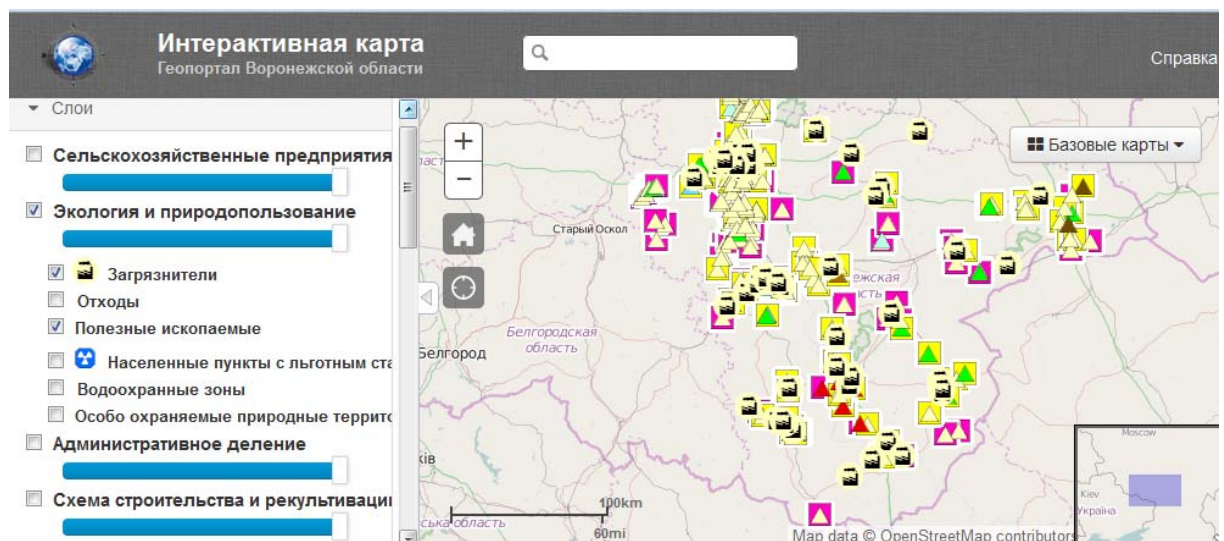


Рисунок 1.13 – Рабочее окно интерактивной карты геопортала Воронежской области

Енисей-ГИС (Геопортал Красноярского края) [151], разработчик – Институт вычислительного моделирования СО РАН.

Геопортал создавался и функционирует как единая межведомственная геоинформационная технологическая платформа для интеграции геоинформационных и картографических ресурсов края и предоставления как публичного, так

и авторизованного доступа к данным. Отличительной чертой портала является тщательно проработанный раздел «Сервисы», существенно расширяющий возможности пользователей портала по сравнению с многими другими аналогичными продуктами. В частности, при регистрации на портале открывается возможность пользоваться автоматизированным рабочим местом пользователя и создавать пользовательские карты, которые публикуются в специальном разделе. Портал имеет раздел «Атласы и карты», в котором представлен широкий спектр картографических произведений, характеризующих в основном социально-экономическую обстановку в крае. Природно-ресурсные данные сгруппированы в разделе «Атлас природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края» (рисунок 1.14), который содержит три карты, визуализирующие данные о лесных ресурсах, памятниках природы и ООПТ.

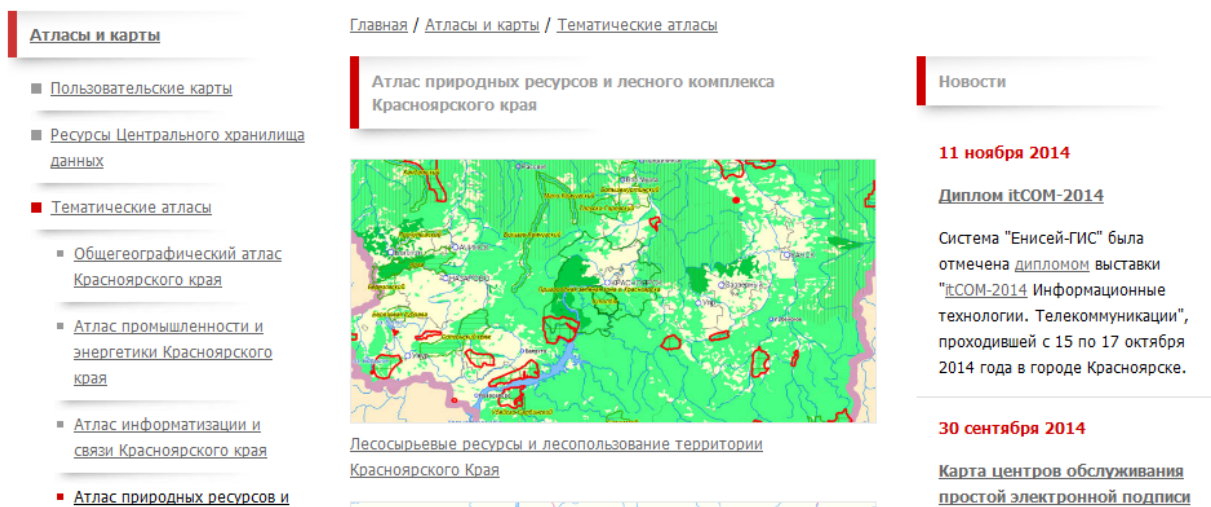


Рисунок 1.14 – Атласная форма представления природно-ресурсных данных на геопортале «Енисей ГИС»

Геопортал Республики Коми [57], разработчик – Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми.

Данный геопортал является совокупностью картографических сервисов, интегрированных между собой на базе автоматизированной геоинформационной ка-

дастровой системы Республики Коми (АГИКС РК). Данные, представленные на геопортале, характеризуют как природный, так и социально-экономический потенциал региона. Вся информация актуализирована на 2012–2014 гг. В структуре портала особо выделена картографическая часть, реализованная в виде серии готовых цифровых карт, отображающих различные компоненты окружающей среды и их характеристики. Общая характеристика природно-ресурсного потенциала республики сформирована из следующих разделов: водные ресурсы и водопользование; земельные ресурсы; ресурсы недр и недропользование; лесные ресурсы и лесопользование; биологические ресурсы и их использование. Рабочее окно ГИС содержит широкий перечень инструментов, позволяющих пользователю осуществлять выбор нужных данных на предоставляемых ему картах, а также создавать новые объекты (точечные, линейные и площадные) и сохранять их в виде пользовательских карт (в разделе «Мои карты») (рисунок 1.15). Сохранение пользовательских карт возможно выполнять локально (на компьютере пользователя) или удаленно (на картографический сервер проекта). В последнем случае для выполнения сохранения необходимо авторизоваться. В целом данный проект отличается широтой представленных данных, а также удобством и гармоничностью пользовательского интерфейса.

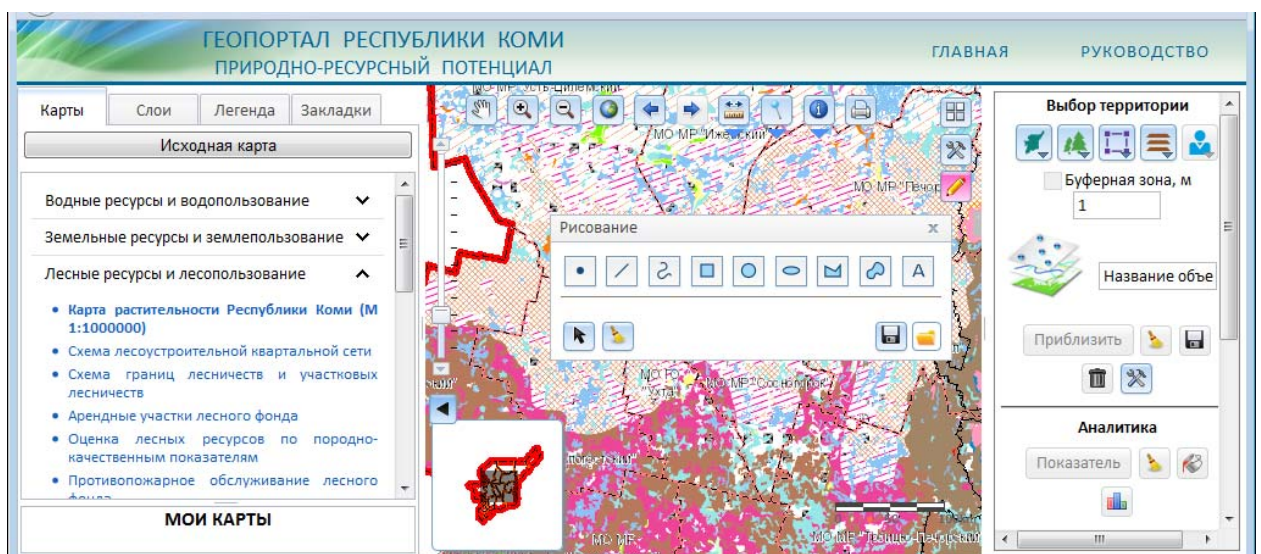


Рисунок 1.15 – Рабочее окно Геопортала Республики Коми, раздел «Природно-ресурсный потенциал» [58]

ГИС «Природные ресурсы Магаданской области» [63], разработчик – лаборатория геоинформационных и компьютерных технологий Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института (СВКНИИ) Дальневосточного отделения Российской академии наук. Целью проекта является систематизация и компиляция данных о минеральных и биологических ресурсах области. Структуру ГИС формируют следующие наборы классов пространственных данных:

- геологическое строение территории,
- полезные ископаемые,
- биоразнообразие,
- базовая цифровая модель рельефа,
- топографическая основа масштаба 1 : 1 000 000,
- генерализованная топографическая основа.

Стандартный функционал ГИС включает в себя масштабирование изображения в окне карты, измерения по карте, контекстный поиск объектов, вывод на печать окна карты или списка выбранных объектов. Помимо этого, пользователю также предоставляется возможность совершать несложные действия по пространственному анализу, такие как выбор объектов по координатам, по атрибутивным характеристикам или в границах созданной пользователем буферной зоны, вычисление координат заданной точки местности.

Рабочее окно проекта представлено на рисунке 1.16.

ГИС «Природопользование» (Самара), разработчик-исполнитель работ – ОАО «Самара-Информспутник» [60] представляет собой часть проекта «Геопортал Самарской области». Проект реализуется с 2010 г. и позиционируется как ГИС для широкого круга пользователей. Он включает в себя цифровые карты на Самару, Самарскую область, ряд адресных планов ближайших населенных пунктов, а также три ГИС: «Охотопользование», «АПК (Агропромышленный комплекс)» и «Природопользование». Прежде всего, этот проект интересен тем, что в нем предпринята удачная попытка реализовать интерактивное создание цифровых карт. Незарегистрированные пользователи могут подключать и отключать слои карты, наносить на карту новые объекты (точечные, линейные или площадные), также в инструментах

ГИС предусмотрены шаблоны для различных типов промышленных, социально-культурных и природных объектов (рисунок 1.17). Имеется возможность дополнять нанесенные на карту объекты описанием, фотографиями и ссылками для последующей публикации в Интернете. Зарегистрированные пользователи получают доступ в личный кабинет, где им предоставляются опции пользовательских настроек состава карт, создания слоев, управления правами доступа к ним, администрирования и модерирования своих карт и нанесенных на них объектов. Однако следует отметить, что данный проект в большей степени ориентирован на представление социально значимой информации (отображение сети улиц, различных организаций, остановок общественного транспорта и т. п.), и в меньшей степени затрагивает информацию о природно-ресурсной составляющей региона. Также среди инструментов данной ГИС отсутствуют средства для проведения пространственного анализа (измерения по картам, построение буферных зон и пр.). Помимо геопортала, авторами проекта также ведется блог [313], в котором освещаются различные аспекты разработки региональных ГИС.

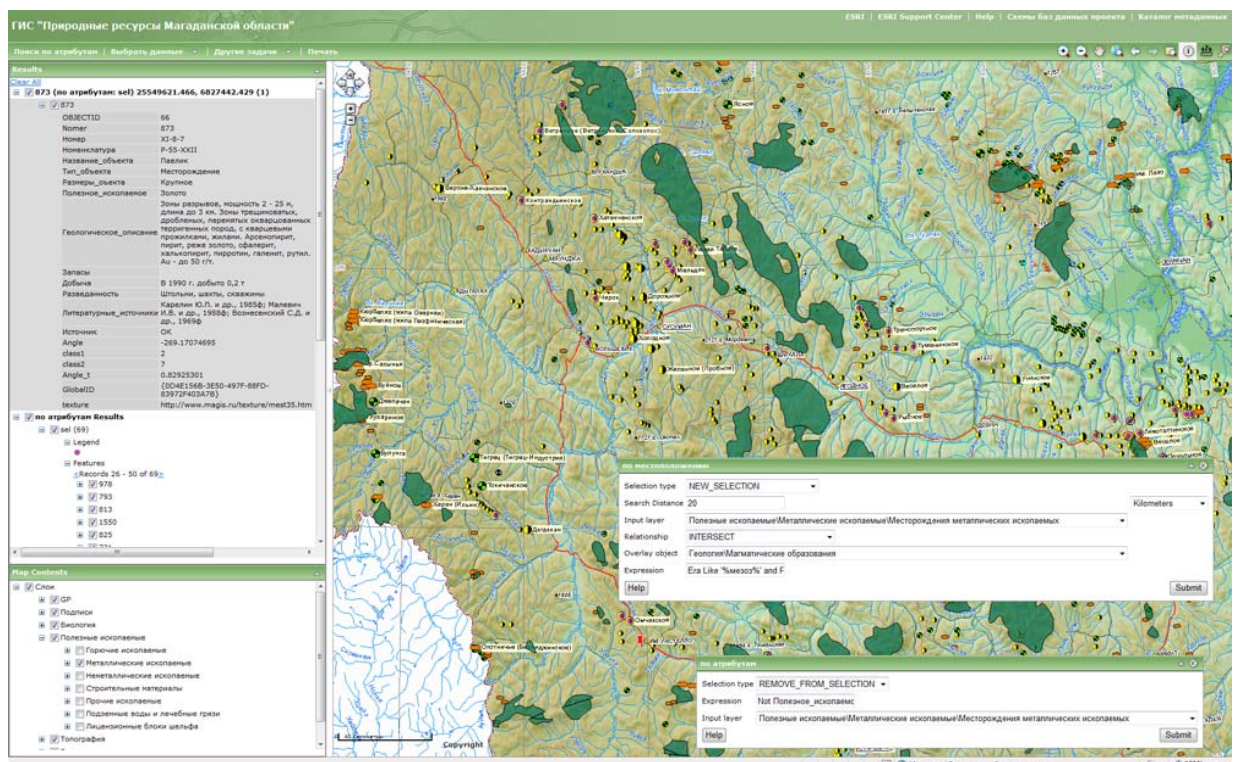


Рисунок 1.16 – Рабочее окно веб-приложения
ГИС «Природные ресурсы Магаданской области»

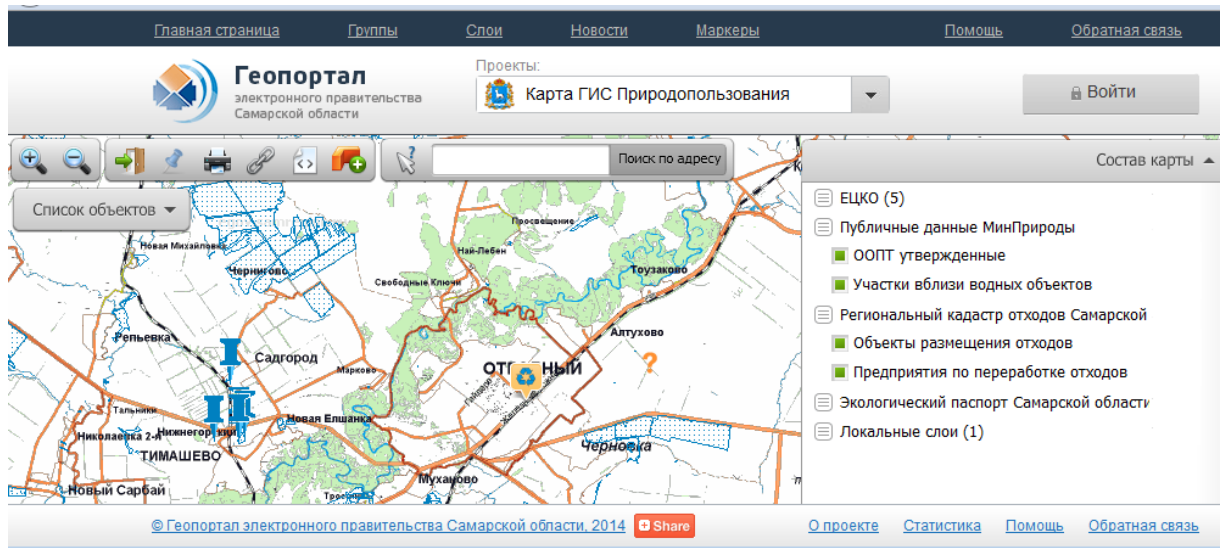


Рисунок 1.17 – Рабочее окно ГИС «Природопользование»
(для незарегистрированного пользователя)

Геопортал «Югра» [61], разработчик – Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана. Геопортал предназначен для просмотра и получения данных с цифровых карт. Также есть возможность ознакомиться с космическими снимками на территорию региона. Пользователю предлагается два варианта доступа к информации: анонимный и регистрация на геопортале. В режиме анонимного доступа пользователю предоставляются стандартные возможности для работы с окном карты (масштабирование, подключение/отключение слоев и пр.), а также различные варианты поиска объектов. Зарегистрированный пользователь получает возможность распечатывать фрагмент карты, видимый в рабочем окне, осуществлять измерения длин и площадей. Функции для создания пользовательских объектов не предусмотрены.

Тематическое наполнение портала структурировано в виде шести цифровых карт, характеризующих в основном геологическую и тектоническую обстановку региона. Объекты, не связанные с минерально-сырьевой базой, отображены на карте «Природопользование Ханты-Мансийского автономного округа» (рисунок 1.18). Это водно-болотные угодья, территории традиционного природопользования, ООПТ различных категорий и объекты культурного наследия.

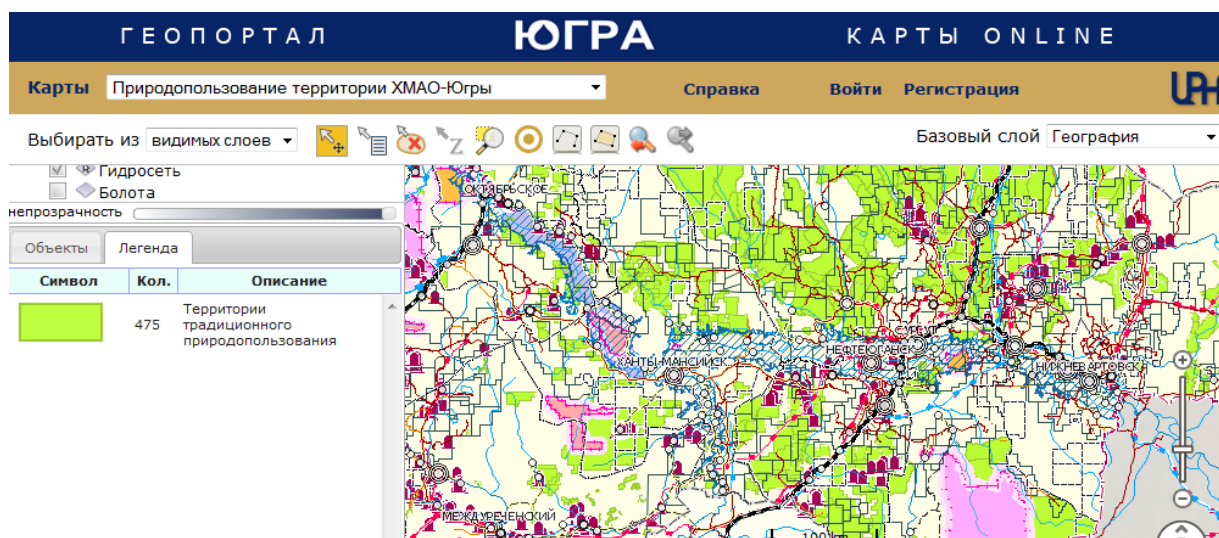


Рисунок 1.18 – Рабочее окно геопортала «Югра»

На основании вышеизложенных сведений был выполнен анализ полноты характеристики природно-ресурсных данных на региональных геопорталах и возможностей, предоставляемых пользователям в области моделирования данных. Результаты анализа изложены в таблице 1.3. В ходе анализа учитывались следующие критерии:

- тип доступа пользователя к геопорталу: свободный (С); требуется регистрация (Р); портал предназначен для служебного пользования (ДСП);

- полнота характеристики природно-ресурсного комплекса. Учитывалось наличие информации о следующих видах природных ресурсов: водных (ВР), земельных (ЗР), минерально-сырьевых (МСР), лесных (ЛР), ресурсах животного мира, в том числе охотничьих (РЖМ). Знак «+» означает, что на портале было представлены данные о трех и более показателях данного ресурса, знак «±» – от одного до трех показателей, знак «-» означает отсутствие сведений по данному виду ресурсов;

- возможности пространственного анализа, предоставляемые пользователям геопортала или ГИС. Приемы пространственного анализа были сгруппированы следующим образом:

[illegible]

Окончание таблицы 1.3

Название продукта	Тип доступа			Полнота характеристики природно-ресурсного комплекса						Пространственный анализ			Создание новых объектов
	С	Р	ДСП	ВР	ЗР	МСР	ЛР	РЖМ	ООПТ	Поиск и запрос	Картометрия	Пространственное моделирование	
Геопортал Воронежской области	+	-	-	±	-	±	-	-	±	-	-	-	+ (без сохранения)
«Енисей ГИС»	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+ (Р)
Геопортал Республики Коми	+	+	-	+	+	+	+	±	+	+	+	+ (Р)	+ (Р)
ГИС «Природные ресурсы Магаданской области»	+	-	-	-	-	+	±	+	-	+	-	-	-
ГИС «Природопользование» (Самара)	+	+	-	±	-	-	-	-	±	+	+	-	+ (Р)
Геопортал «Югра»	+	+	-	-	-	+	-	-		+	+	-	-

Проведенный анализ возможностей российских региональных геопорталов позволил сформулировать следующие недостатки, характерные для них:

– малое количество геопорталов предоставляет пользователю информацию обо всех основных природно-ресурсных компонентах региона. Наиболее часто обнаруживаются данные о минерально-сырьевых ресурсах в силу их важной роли для добывающей и обрабатывающей промышленности. Наименее часто публикуется информация о земельных ресурсах; этот факт можно объяснить успешным функционированием такого важного федерального сервиса, как Публичная кадастровая карта. Ограниченность спектра природно-ресурсной информации, очевидно, обусловлена сложностью получения в равной степени достоверных и современных данных по всем видам ресурсов и на всю территорию региона, что в свою очередь объясняется несовершенством межведомственного информационного обмена;

– крайне редко (всего в одном случае) пользователю была предоставлена возможность использовать инструменты пространственного анализа для получения более глубокой характеристики природных-ресурсных объектов, изучения их динамики и взаимосвязи. Этот недостаток до некоторой степени объясняется особенностями программных средств и технологий, которые использовались для реализации портала, а также квалификацией разработчиков;

– несколько чаще (в трех случаях из восьми) пользователю предоставлялась возможность создавать собственные картографические изображения, не используя данные, предоставленные геоportалом, но нанося на картографическую основу собственные данные. Несомненно, эта возможность крайне важна для популяризации цифровых карт и цифрового картографирования и повышает интерес к геоportалам как к сервисам, позволяющим не только получить определенные сведения, но и проявить личные аналитические и творческие способности. Но здесь становится актуальным вопрос об объективности, актуальности, геометрической точности, а в некоторых случаях – и легитимности сведений, поступающих от пользователей. Конечно, в зависимости от рода практической деятельности, уровня осведомленности, образования и даже жизненного опыта их создателей, пользовательские картографические произведения могут характеризоваться большей или меньшей степенью гипотетичности и тенденциозности. Но в любом случае их гипотетичность и тенденциозность будут значительно превышать таковые в сравнении с картографическими произведениями, изначально созданными в ходе работы научно-исследовательских коллективов. Соответственно, к содержанию подобных пользовательских карт необходимо подходить с куда большим скептицизмом, чем к картам, созданным пользователем на основании пространственного анализа и моделирования вполне достоверных геоданных из базы геоportала;

– также обращает на себя внимание разнообразие наименований, под которыми конечный геоинформационный продукт размещается в глобальной сети Интернет. Используются такие термины как «геоportал», «ГИС», «атлас», «интерактивная карта» и т. п. Такое разнообразие свидетельствует о нечетком понимании

заказчиком сути продукта, цели и задач его создания и информационных функций, реализуемых с его помощью.

В целом проведенный анализ геоинформационных продуктов, представленных в свободном доступе в российском сегменте Интернета и направленных на информирование пользователей о природно-ресурсном потенциале регионов, позволяет сделать вывод о практическом отсутствии инструментария, систематизирующего разнородные природно-ресурсные данные и позволяющего осуществлять анализ и моделирование этих данных для решения задач по управлению природными ресурсами региона. Это объясняется комплексом причин [214], обусловленных как «человеческим фактором» (неподготовленность пользователя к работе с ГИС в силу особенностей полученного им образования; непривычность терминологии, в которой реализован инструментарий пространственного анализа; «престижность» внедрения компьютерных технологий и ГИС-технологий, в результате чего использование компьютера становится самоцелью для пользователя), так и тем, что информационная база большинства существующих геопорталов формируется из цифровых карт, созданных разово и по разновременным данным (современные научные исследования, данные мониторинга и статистики, оцифровка ранее созданных бумажных тематических карт), а возможность и сроки их обновления отнесены в отдаленную перспективу.

Выводы по I-му разделу диссертационной работы:

– выполненный анализ сложившихся в России схем сбора природно-ресурсных данных выявил отсутствие единого природно-ресурсного информационного пространства. Поставщиками природно-ресурсных данных собирается большой объем сведений, однако из-за несогласованности нормативно-правовой базы, методик и технологий работ, отсутствия налаженного информационного обмена между поставщиками лишь небольшая часть собранных данных эффективно используется для решения задач по рациональному управлению природными ресурсами региона;

– развитие технологий дистанционного зондирования Земли, ГИС-технологий, GPS-технологий, лазерного сканирования значительно расширило возможности в области обработки и анализа природно-ресурсных данных для решения широкого круга практических задач по планированию и ведению природопользования. Однако эти возможности не используются в полной мере из-за отсутствия универсального, удобного и понятного пользователям инструмента для моделирования и визуализации природно-ресурсных данных. Современные разработки в области геоинформационного картографирования природных ресурсов в основном носят узкоспециальный характер и рассчитаны на решение конкретной научной задачи. Существующие картографические сервисы и геопорталы крайне редко предоставляют пользователю возможность работы с природно-ресурсными данными в силу затрудненности доступа к этим данным.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОГО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНА

2.1 Инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных как средство развития и упорядочивания природно-ресурсного геоинформационного пространства региона

Информационное пространство является одним из ключевых понятий во многих отраслях современного научного знания. Многие исследователи относят его, наряду с такими терминами, как материя, время, энергия и пр., к первичным философским категориям, интуитивно понятным и потому не нуждающимся в детальном объяснении [80, 358, 414]. В силу этого однозначное общепринятое определение информационного пространства отсутствует [14]. Тем не менее, с ростом значимости информационных технологий в деятельности современного общества, информационное пространство начинает рассматриваться как совокупность разнообразных информационных ресурсов (баз данных, банков данных и прочих средств накопления и хранения информации) и инструментария, который позволяет получать доступ к информационным ресурсам [21, 211, 282, 309, 392, 399, 412]. К подобному инструментарию относятся технологии сбора, обработки, представления и передачи данных, технологии обслуживания банков и баз данных, информационные процессы взаимодействия организаций, занятых сбором и обработкой данных, и т. п.

Природно-ресурсная информация была актуальна и востребована уже на самых ранних этапах развития человечества. Успешное ведение первобытного земледелия требовало накопления и систематизации знаний о плодородии почв и влиянии климата на различные виды растений; первобытные охотники должны были уметь выявлять и учитывать взаимосвязи между местными ландшафтными условиями и ареалами распространения промысловых животных. По мере разви-

тия науки, техники и технологий, с усложнением производственной деятельности общества увеличивались и потоки информации о природных ресурсах. Постоянно расширялся круг природно-ресурсных характеристик, являющихся предметом научного и практического интереса; совершенствовались методики и технологии сбора данных. Сегодня природно-ресурсное информационное пространство формируется огромным количеством поставщиков данных, работающих в сферах мониторинга, кадастров, статистики природных ресурсов, активно использующих данные ДЗЗ и ГИС-технологии для сбора и обработки данных.

Возникновение и бурное развитие геоинформатики, популяризация ГИС-технологий, расширение возможностей систем глобального позиционирования позволили осуществлять точную координатную привязку практически любых качественных или количественных данных, моделировать развитие явлений и процессов с учетом особенностей их пространственной локализации. В результате сформировалась новая понятийная категория – геоинформационное пространство. Журкиным И. Г. и др. [89, 328] геоинформационное пространство было определено как «среда, в которой функционируют цифровая геоинформация и геоизображения разных видов и назначения». Далее это понятие было детально развито Карпиком А. П. [115, 116, 121], рассматривавшим геоинформационное пространство как «информационную координированную компьютерную совокупную модель географического пространства», которая формируется на основе геодезических и картографических данных о природных, социальных и экономических объектах и явлениях. Адаптация вышеизложенных теоретических наработок к понятийному аппарату природно-ресурсного картографирования позволяет определить понятие природно-ресурсного геоинформационного пространства, которое представляет собой совокупность разнородных природно-ресурсных данных, методического аппарата и технологических решений, обеспечивающих получение природно-ресурсных данных.

Современное природно-ресурсное геоинформационное пространство России, так же как и ее природно-ресурсное информационное пространство, характе-

ризуется слабой структурированностью баз данных и низкой упорядоченностью информационных процессов.

Это происходит по следующим причинам [190, 206]:

- отсутствие нормативно-правовой базы, регламентирующей порядок сбора, использования и распространения природно-ресурсных данных;
- различие методик сбора и обработки данных у разных поставщиков данных;
- отсутствие стабильного информационного обмена между собственниками данных;
- отсутствие унифицированного инструментария, предоставляющего специалистам в области управления природопользованием возможности по обработке и моделированию природно-ресурсных данных.

Между тем, управление природопользованием в современных условиях возрастающего дефицита природных ресурсов предполагает регулярное обеспечение специалистов данной отрасли новыми достоверными знаниями о природно-ресурсном потенциале территории. Необходимость интеграции разнородных природно-ресурсных данных для получения этих знаний и упрощения доступа специалистов в области управления природопользованием к этому знанию предполагает формирование единого природно-ресурсного геоинформационного пространства – организованной совокупности упорядоченных массивов природно-ресурсных данных и методико-технологического аппарата, который унифицирует процессы получения и обработки природно-ресурсных данных и регламентирует их предоставление пользователям.

Единое природно-ресурсное геоинформационное пространство имеет сложную многокомпонентную структуру, которая нуждается в постоянных мероприятиях по ее поддержанию (рисунок 2.1 [188, 190]). Это обеспечит удобный и быстрый доступ к данным для всех заинтересованных лиц и пользователей.



Рисунок 2.1 – Структура единого природно-ресурсного геоинформационного пространства

Формирование единого природно-ресурсного геоинформационного пространства в России – задача объединенных усилий специалистов, работающих в различных сферах деятельности, от управленцев до юристов. Но ключевую роль в этом процессе играют поставщики исходных природно-ресурсных данных – специалисты в области геодезии, дистанционного зондирования и картографии [188, 190]. Именно они в соответствии со своими профессиональными компетенциями обеспечивают постоянное поступление и обновление данных о природных ресурсах. В процессе геодезических съемок создается базовая пространственная основа для локализации природно-ресурсных данных [117, 119, 360, 382]. Дистанционное зондирование Земли предоставляет широкий спектр материалов аэро- и космической съемки для определения качественных и количественных характе-

ристик природных ресурсов [93, 339, 376, 384, 385, 400]. Картография обеспечивает методики и инструментарий для визуального и геопространственного анализа собранных природно-ресурсных данных, для исследования современного состояния природных ресурсов, оценочного и прогнозного моделирования [15, 18, 110, 111, 112, 203, 217].

Переход от существующего многообразия схем сбора и использования разнородных природно-ресурсных данных к единому природно-ресурсному геоинформационному пространству требует унификации процессов сбора, обработки, хранения и предоставления данных. Необходимость систематизации общегеографических и тематических данных в ГИС для оптимизации управленческих процессов на уровне государства была обоснована Жалковским Е. А. в конце 1990-х – начале 2000-х гг. [84–86]. Им же подчеркивался факт сложности реализации подобного проекта в силу не только технических, но также организационных и финансовых причин [87]. Однако наблюдавшаяся низкая эффективность использования материалов картографического фонда и обусловленная этим необходимость модернизации российского законодательства и методико-технологического обеспечения в области геодезии и картографии привели к тому, что в 2006 г. была одобрена Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации [170]. Эта инфраструктура систематизирует и предоставляет доступ к базовым пространственным данным (аналогу общегеографической основы традиционных тематических карт) [138, 170]. Адаптация положений Концепции применительно к современным задачам природно-ресурсного картографирования позволяет предложить решение, обеспечивающее доступ управляющих органов к актуальным и достоверным сведениям о природных ресурсах региона. Это решение заключается в разработке инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных (ПРПД), которая позволит четко сформулировать требования к перечню, объему, методикам сбора и порядку обработки и предоставления природно-ресурсных показателей [188].

Инфраструктура ПРПД представляет собой систему сбора, систематизации, хранения и предоставления пользователям природно-ресурсных пространственных данных. Учитывая структуру существующей инфраструктуры пространственных данных РФ (РИПД) [138, 170], она взаимодействует с РИПД следующим образом (рисунок 2.2 [190]).



Рисунок 2.2 – Взаимосвязь инфраструктуры ПРПД с существующей инфраструктурой пространственных данных РФ

Как видно из рисунка 2.2, инфраструктура ПРПД призвана органически дополнить существующую РИПД в части формирования и оперирования той частью тематических пространственных данных, которые характеризуют природные ресурсы. Взаимосвязь и взаимодействие инфраструктуры ПРПД и РИПД опирается на следующие принципы [188, 190]:

- принцип преемственности: данные, которыми оперирует инфраструктура ПРПД, собираются, обрабатываются и передаются в виде наборов природно-ресурсных пространственных данных в соответствии с требованиями РИПД

к произвольным наборам тематических данных. Пространственной основой для представления природно-ресурсных данных являются базовые пространственные данные (БПД) РИПД, которые в данном случае рассматриваются как один из информационных компонентов инфраструктуры ПРПД;

– принцип унификации: состав наборов природно-ресурсных пространственных данных формируется с учетом «природной классификации» ресурсов, предложенной Минцем А. А. [171] и лежащей в основе структуры системы государственного учета ресурсов в РФ, а также с учетом перечня показателей, необходимых для управления природопользованием в пределах конкретного региона. Под регионом понимается административно-территориальная единица, выделенная в соответствии с Общероссийским классификатором административно-территориальных объектов (ОКАТО). Такой подход обусловлен особенностями территориальной организации природопользования в России;

– принцип геоинформационного моделирования: обработка и преобразование природно-ресурсных и базовых пространственных данных для получения нового знания о состоянии природных ресурсов осуществляются путем создания природно-ресурсной геоинформационной модели региона;

– принцип наглядности: средством представления результатов геоинформационного моделирования в инфраструктуре ПРПД являются цифровые картографические модели природных ресурсов, визуализированные в различных формах представления (цифровые и электронные карты, картографические анимации, трехмерные модели местности и трехмерные видеосцены).

Целью инфраструктуры ПРПД является информационное и организационное обеспечение мероприятий по организации и рациональному ведению природопользования в пределах региона [190]. Поскольку понятие рационального природопользования подразумевает не только разумное и экономное использование природных ресурсов, но и их возобновление, а также возможное восполнение ущерба, нанесенного окружающей среде производственной деятельностью чело-

века [77, 285, 334, 343], то задачи, решаемые с помощью инфраструктуры ПРПД, можно подразделить на две большие группы:

а) задачи инфраструктуры ПРПД с позиций ведения хозяйственной деятельности:

- 1) инвентаризация и учет запасов природных ресурсов региона;
- 2) контроль использования природных ресурсов региона;
- 3) мониторинг состояния природных ресурсов региона;
- 4) планирование перспективного использования имеющихся запасов природных ресурсов региона;

- 5) планирование разведки новых запасов невозобновимых ресурсов;
- 6) планирование восполнения запасов возобновимых ресурсов;

б) задачи инфраструктуры ПРПД с позиций компенсационной деятельности:

- 1) оценка состояния природных ресурсов региона;
- 2) планирование мероприятий для оптимизации состояния экосистем (борьба с засолением, эрозией, селями и пр.);
- 3) сохранение биоразнообразия.

2.2 Определение объекта учета в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных

Рассмотрев сущность, цель функционирования и круг задач, решаемых посредством инфраструктуры ПРПД, логично будет заключить, что в качестве объекта учета в ней рассматриваются природные ресурсы. Однако понятие природных ресурсов является многоплановым, и в зависимости от целей исследования может трактоваться достаточно широко; также весьма широк и перечень характеристик природных ресурсов, которые могут быть определены с привлечением современных методик и технологий. Поэтому для успешного определения информационного контента инфраструктуры ПРПД необходимо конкретизировать понятие природных ресурсов с позиции их рассмотрения и учета в данной инфраструктуре и ограничить круг фиксируемых параметров ресурсов.

Современное ресурсоведение оперирует достаточно большим количеством определений понятия «природные ресурсы». Одним из старейших, но до сих пор актуальных, можно считать определение основоположника российского ресурсоведения Минца А. А. [171], относившего к природным ресурсам «тела и силы природы, которые могут быть использованы в форме непосредственного участия в материальной деятельности». Другой выдающийся ученый, Реймерс Н. Ф. [307] определяет природные ресурсы как «природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающие качество жизни».

Учитывая, что информация, собираемая в инфраструктуре ПРПД, и генерируемые на ее основе новые знания ориентированы на лиц, принимающих решения в сфере планирования и управления природопользованием, которые призваны соответствовать действующей нормативно-законодательной базе, наиболее логичным представляется ориентироваться на юридически утвержденное определение природных ресурсов, содержащееся в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Согласно этому определению, под природными ресурсами понимаются «компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность» [226]. Именно в таком аспекте рассматриваются природные ресурсы при их учете в инфраструктуре ПРПД.

Комплексность понятия «природные ресурсы» обуславливает разнообразие их классификаций. Являясь элементом организационно-управленческой структуры, регулирующей и направляющей процесс регионального природопользования, инфраструктура ПРПД должна проектироваться с учетом практики покомпонентного деления природных ресурсов, традиционно принятой в российском механиз-

ме управления природопользованием и наглядно продемонстрированной в 1-м разделе диссертационной работы. Исходя из этого, систематизировать природные ресурсы в инфраструктуре ПРПД наиболее целесообразно с опорой на генетическую и экономическую классификации, разработанные Минцем А. А. [171]. Приняв во внимание их основные принципы и категории, была разработана двухпараметрическая классификация, учитывающая компонентную принадлежность ресурса и степень его вовлечения в природопользование (рисунок 2.3 [187, 190]). Учитываются реальные и потенциальные запасы ресурсов, которые классифицируются в зависимости от вовлеченности в природопользование.

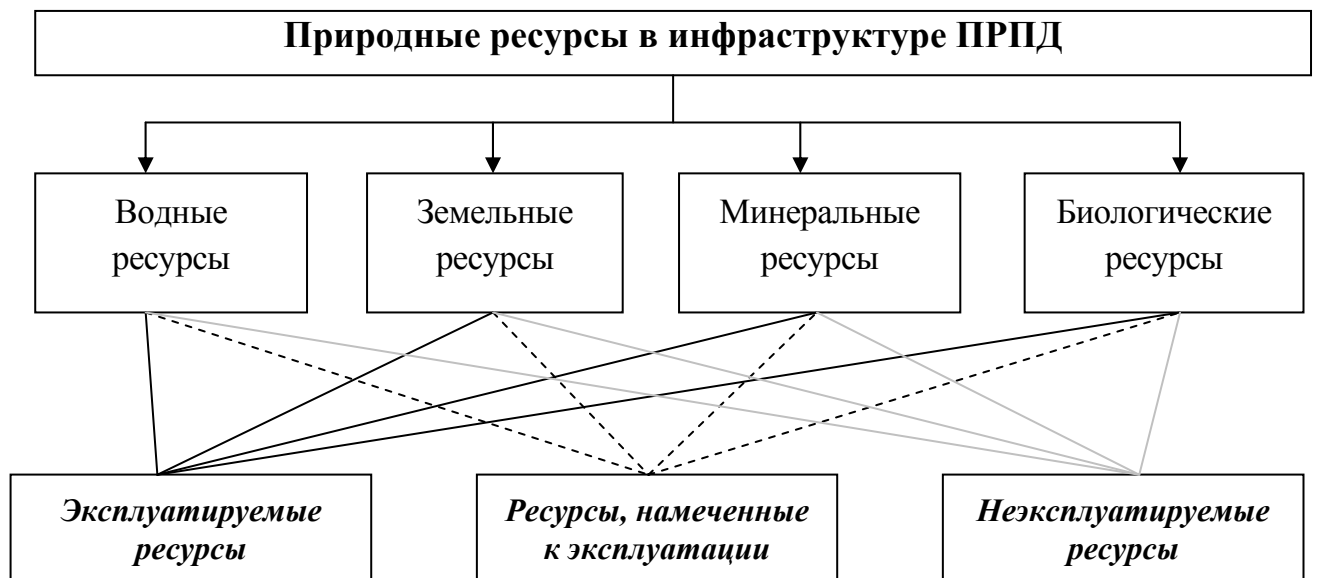


Рисунок 2.3 – Двухпараметрическая классификация природных ресурсов при их учете в инфраструктуре ПРПД

Детализируя тематическое информационное наполнение инфраструктуры ПРПД, следует принять во внимание, что не все подвиды ресурсов природных компонентов используются в народном хозяйстве. Например, из водных ресурсов прежде всего востребованы ресурсы пресных водоемов суши, из широкого спектра растительных ресурсов наиболее важную роль в региональной экономике, как правило, играют лесные ресурсы, из огромного разнообразия фаунистических ресурсов промышленную ценность имеют охотничье-промысловые, охраняемые

и условно вредные виды животных. Исследования, выполненные в ходе разработки тематического содержания природно-ресурсной картографической продукции для управления природопользованием [189, 200, 203], позволили обосновать перечень подвидов ресурсов природных компонентов, учитываемых в инфраструктуре ПРПД (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Виды и подвиды природных ресурсов, учитываемых в инфраструктуре ПРПД

Таким образом, объектом учета в инфраструктуре ПРПД является совокупность подвидов ресурсов природных компонентов, которые используются (либо могут быть использованы при современном уровне развития производства) как источники сырья для отраслей добывающей и перерабатывающей промышленности.

2.3 Организация природно-ресурсных пространственных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных

Необходимым условием использования природно-ресурсных пространственных данных в инфраструктуре ПРПД является их упорядочивание, которое состоит в группировке данных по определенным признакам для оптимизации их хранения и визуализации, исключения дублирования или разночтения данных. В качестве средства упорядочивания природно-ресурсных данных в инфраструктуре ПРПД предлагается совокупность наборов природно-ресурсных данных.

Понятие «набор пространственных данных» не имеет стандартизированного определения, но является устоявшимся, и в настоящее время большинством специалистов понимается как «набор однородных пространственных объектов, раскрывающих определенную тему [113]. В основе этого понятия лежит концепция послойной организации данных, которая является отличительной чертой ГИС и обеспечивает удобство манипуляции пространственно распределенными данными [54, 164, 346]. В силу большого разнообразия исходных данных, которыми оперируют ГИС и геоинформационное картографирование, сегодня можно встретить такие понятия, как «набор данных мозаики», «набор растровых данных», «набор сетевых данных» [273, 290, 320], которые конкретизируют форму представления данных, включенных в набор.

С учетом вышесказанного, набор природно-ресурсных данных (НПРД) – это один из вариантов набора тематических данных, упоминаемых в документации по созданию инфраструктуры пространственных данных РФ [138]. Он объединяет в себе пространственные данные об используемых либо намеченных к использованию природно-ресурсных объектах и связанной с ними хозяйственной инфраструктуре (в объеме БПД региона).

Разработка структуры НПРД опирается на следующие требования [301]:

– перечень объектов НПРД и их атрибутивных характеристик должен соответствовать показателям, используемым в утвержденной нормативной докумен-

тации государственных кадастров, ведущихся в России (Водный реестр, Лесной реестр, Единый реестр недвижимости и земельных участков и т. п.), в том случае, если таковая документация существует и действует. Это обеспечит регулярное (как минимум ежегодное) обновление данных НПРД;

- отчетная документация государственной статистики, ведущейся Росстатом РФ, должна использоваться как дополнительный источник исходных данных для характеристики объектов и показателей, не охваченных государственными кадастрами (в основном это экономические показатели использования ресурсов);

- формы статистической отчетности также выступают как основной источник исходных данных о природных ресурсах в том случае, если нормативно-методическая база кадастра какого-либо вида природных ресурсов не сформирована окончательно. В значительной степени это относится к характеристикам фаунистических ресурсов, учет которых в России до сих пор не централизован. В качестве опорной документации для характеристики данного вида ресурсов целесообразно использовать форму 2ТП «Охота», № 1-П (рыба) [297, 299, 301];

- поскольку вышеперечисленные источники в силу специфики их ведения позволяют проводить инвентаризацию природных ресурсов с частотой 1 раз в год, то для актуализации сведений о природных ресурсах внутри отчетного года необходимо использовать данные ДЗЗ (особенно для контроля пространственного распространения таких видов ресурсов, как лесные массивы, распахиваемые почвы, области засоления или заболачивания почв, состояние русел рек и пр.);

- данные ДЗЗ также необходимо использовать для актуализации БПД региона.

В соответствии с современной концепцией послойного представления данных в ГИС, НПРД состоит из совокупности цифровых слоев. Каждый слой содержит объекты и атрибутивные данные, относящиеся к определенному виду природного ресурса в соответствии с классификациями, представленными на рисунках 2.3 и 2.4. В таблице 2.1 дана характеристика послойной структуры НПРД.

Таблица 2.1 – Примерное содержание наборов природно-ресурсных данных

Объекты НПРД	Цифровой слой (группа слоев)	Атрибутивные данные, привязанные к объекту
Водоемы и водотоки. Участки водопользования	Водные ресурсы	Гидрологические характеристики, запасы водных ресурсов, показатели водообеспеченности, водопотребления, водопользования
Земельные участки	Земельные ресурсы	Типы почв, участки нарушения почв (заболачивание, засоление, подтопление и пр.), назначение участка, кадастровые характеристики участка
Лесные участки (в том числе, защитные и особо ценные леса, лесопитомники)	Растительные ресурсы	Запасы лесных ресурсов, характеристики древостоя, экономические характеристики, показатели нарушенности (гари, буреломы, ветровалы, сухостои и пр.)
Месторождения и проявления полезных ископаемых	Минеральные ресурсы	Качественные и количественные характеристики минерального сырья, показатели обеспеченности полезным ископаемым, показатели рентабельности добычи, экономические характеристики разрабатываемых месторождений
Ареалы обитания охотничье-промысловых, условно вредных и охраняемых видов животных	Фаунистические ресурсы	Ориентировочная численность популяций, показатели искусственного разведения охотничьих, редких и исчезающих видов животных

2.4 Информационные потоки внутри инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных

Информационные процессы, протекающие внутри инфраструктуры ПРПД, характеризуются высокой сложностью, поскольку связаны как непосредственно с обработкой природно-ресурсных пространственных данных, так и с обеспечением функционирования инфраструктуры как таковой (административный и финансовый документооборот, обеспечение материально-технической базы, рекламации пользователей и т. п.) [203]. Рассмотрим более подробно ту группу процессов, которая отвечает за обработку природно-ресурсных пространственных данных (рисунк 2.5) [187].

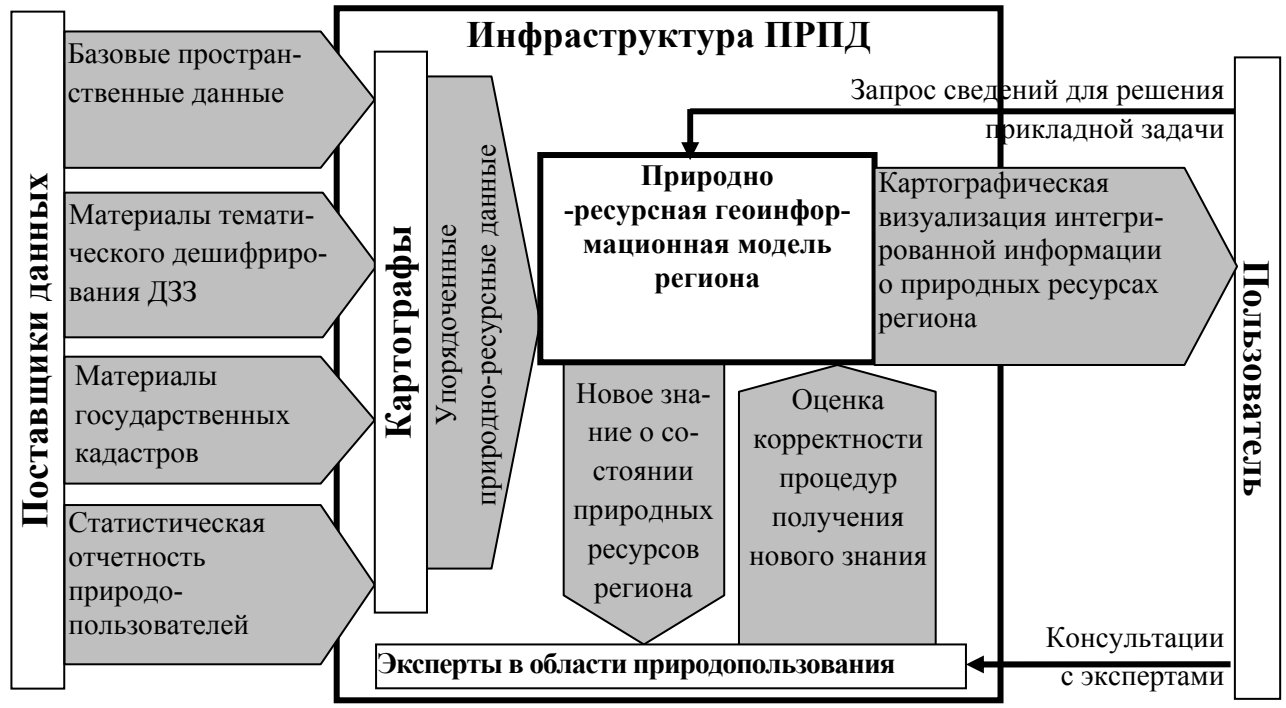


Рисунок 2.5 – Принципиальная схема сбора, обработки и представления природно-ресурсных пространственных данных внутри инфраструктуры ПРПД

Как видно из рисунка 2.5, информационные потоки, связанные собственно с обращением природно-ресурсных пространственных данных внутри инфраструктуры ПРПД, сводятся к действиям по моделированию и преобразованию этих данных для получения нового знания о состоянии природных ресурсов региона и предоставлению этого знания пользователю. Следует отметить, что промежуточные результаты предназначены для научных экспертов в области природопользования, в то время как потребителями конечных результатов являются администраторы в области управления природными ресурсами. Однако в обоих случаях требуется обеспечить наглядную, понятную и удобную потребителю визуализацию [190]. Решить эту задачу возможно только с использованием цифровых картографических моделей – основного средства представления данных, имеющих пространственную привязку. Отсюда следует исключительная важность роли природно-ресурсного картографирования при формировании инфраструктуры ПРПД. Именно картографический метод исследования в сочетании с родствен-

ными ему методами и технологиями геоинформационного картографирования дает возможность получать разнообразные картографические изображения, характеризующие размещение, запасы, особенности освоения, современное и перспективное состояние природных ресурсов. Таким образом, картографическое моделирование и визуализация являются неотъемлемым атрибутом следующих этапов преобразования данных внутри инфраструктуры ПРПД [187, 211]:

- оценка однородности покрытия данными исследуемой территории (визуализация исходных природно-ресурсных данных, поступивших в инфраструктуру ПРПД);
- исследование и оценка современного состояния природных ресурсов (картографическое отображение качественных и количественных характеристик ресурса, определенных на текущий момент);
- прогнозирование возможностей использования природных ресурсов при различных сценариях экономического развития региона, а также прогнозирование изменений данного природного ресурса в результате его техногенного использования (картографическое моделирование пространственных, качественных и количественных изменений ресурса средствами геоинформационного анализа);
- вынесение рекомендаций по эксплуатации, охране или восстановлению природного ресурса (картографическое обеспечение мероприятий по проектированию новых промышленных объектов или проведению рекультивационных мероприятий).

С учетом сказанного, анализ и визуализацию природно-ресурсных пространственных данных целесообразно осуществлять с использованием природно-ресурсной геоинформационной модели региона. Ее роль в формировании инфраструктуры ПРПД представлена на рисунке 2.6.

Природно-ресурсная геоинформационная модель региона представляет собой основное средство по реализации обработки и представления разнородных природно-ресурсных данных. Ее структура будет более подробно рассмотрена ниже.

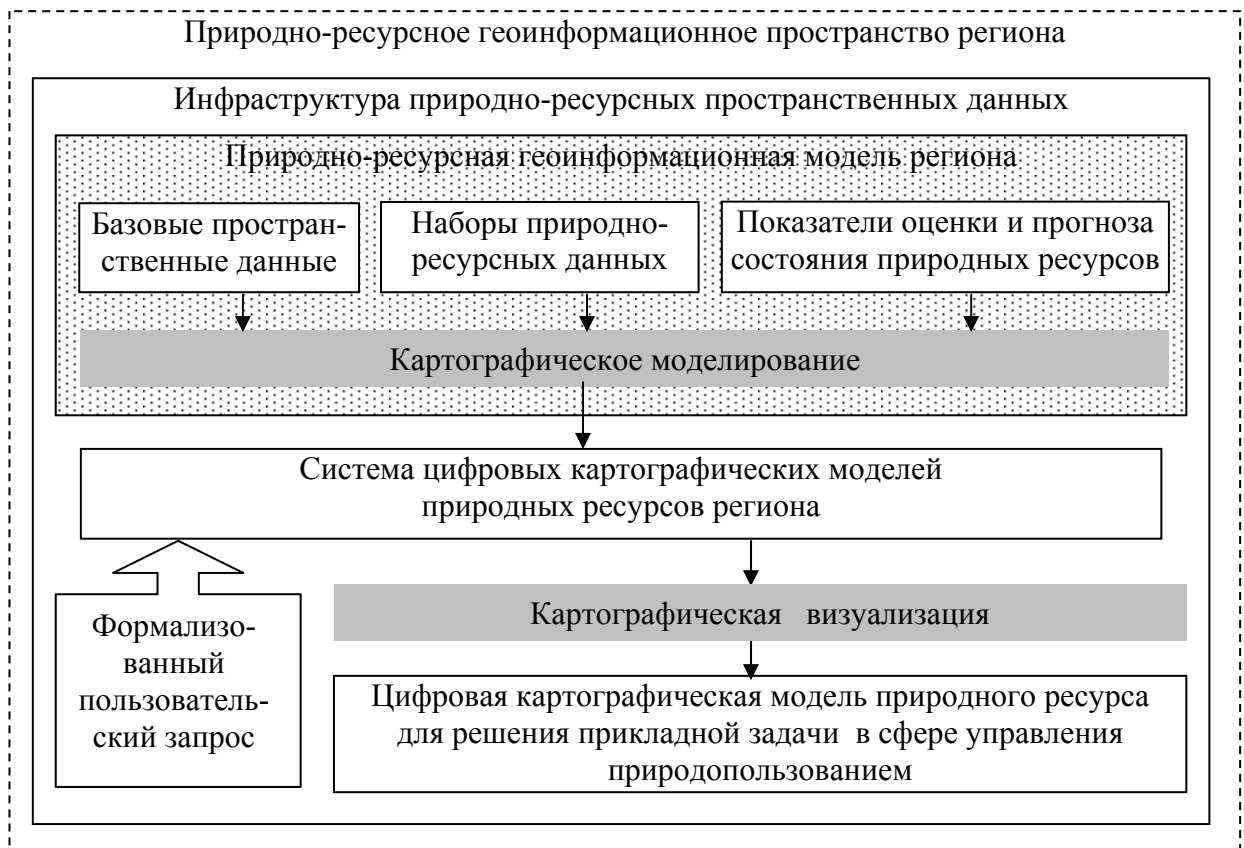


Рисунок 2.6 – Роль картографической визуализации в формировании конечного продукта инфраструктуры ПРПД

2.5 Геоинформационное моделирование природно-ресурсных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных

Совершенствование ГИС-технологий значительно расширило технологические возможности получения и систематизации пространственных данных, что привело к формированию нового научного направления исследований – геоинформационного моделирования, основоположниками которого в России явились Берлянт А. М., Бугаевский Ю. Л., Жалковский Е. А., Кошкарев А. В., Лисицкий Д. В., Тикунов В. С., Цветков В. Я. и др.

Геоинформационное моделирование позволяет изучать и анализировать характеристики и взаимосвязи объектов и явлений путем создания цифровых картографических продуктов, реализуемых в двухмерном или в трехмерном представ-

лении. Оно является эффективным инструментом для управления и планирования различных отраслей хозяйственной деятельности, повышая обоснованность принимаемых решений путем использования обширных массивов актуальных исходных данных для анализа последствий намеченных действий. В качестве основного продукта геоинформационного моделирования выступают геоинформационные модели местности, характеризующиеся различным назначением и информационным контентом. При геоинформационном моделировании регионального природопользования в качестве такого продукта будет выступать природно-ресурсная геоинформационная модель (ПРГМ) региона, которая содержит пространственно распределенные данные о запасах, использовании и восстановлении ресурсов природных компонентов региона и таким образом формирует информационную основу для анализа и оценки современного состояния природных ресурсов и планирования их использования [209].

Существующие государственные и отраслевые стандарты, регламентирующие геодезические и картографические работы, не содержат четкое и однозначное определение геоинформационной модели. В ГОСТ 34.003-90 [71] дано понятие информационной модели: это «модель объекта, представленная в виде информации, описывающей существенные для данного рассмотрения параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы объекта и позволяющая путем подачи на модель информации об изменениях входных величин моделировать возможные состояния объекта». Также в нормативной документации имеется понятие «пространственная модель местности» [69], которая представляет собой «наглядное и измеримое трехмерное изображение земной поверхности на электронных средствах отображения информации, воспроизведенное в соответствии с заданными условиями наблюдения (обзора) на основе электронных топографических карт, цифровой картографической информации (цифровых матриц рельефа), полученной с географических карт, кадастровых планов и космоаэрофотографических материалов, рельефных карт и видеоизображений». По сути своей, данное определение отражает не столько сущность модели, сколько

форму ее представления пользователю, один из вариантов конечного результата, который может быть получен в ходе анализа и преобразования пространственно распределенных данных.

Карпицом А. П. в ходе детального развития теории и практики преобразования и использования пространственных данных для обеспечения устойчивого развития территорий было дано следующее определение геоинформационной модели: это «информационная координированная компьютерная модель геопространства, представляющая совокупность пространственных объектов» [116].

С учетом вышеизложенных терминологических достижений геоинформационного картографирования можно определить природно-ресурсную геоинформационную модель (ПРГМ) региона как цифровое представление упорядоченной совокупности пространственно распределенных данных о природно-ресурсных объектах территории, полученных из различных источников, перечень которых достаточен для осуществления рационального управления природными ресурсами региона в настоящем и будущем [209].

ПРГМ характеризуется следующими свойствами [209]:

- она представляет собой сложную динамическую систему, постоянно развивающуюся вслед за совершенствованием технологий и оборудования, используемых для сбора природно-ресурсных данных;
- ПРГМ объединяет в себе обширные массивы природно-ресурсных данных и современные методики и технологии компьютерного моделирования пространственно распределенных данных, в целом являясь ключевым элементом инфраструктуры ПРПД региона, обеспечивающим получение нового знания о состоянии природных ресурсов региона;
- база данных ПРГМ формируется путем интеграции разнородных природно-ресурсных данных, полученных из разных источников и по различным методикам и технологиям, и формирования наборов природно-ресурсных данных (НПРД), содержащих интегрированные данные;

– основной задачей ПРГМ является обработка (анализ и моделирование) природно-ресурсных данных для принятия решений в области рационального управления природными ресурсами. Методологический аппарат и технологические последовательности, используемые для решения этой задачи, основываются на современных достижениях тематического и геоинформационного картографирования и пространственного анализа;

– результаты геоинформационного моделирования природно-ресурсных данных с применением ПРГМ предоставляются пользователю в виде цифровых картографических моделей природных ресурсов (ЦКМПР);

– пользователь непосредственно обращается к ПРГМ путем участия в процессе создания ЦКМПР через формализованный пользовательский запрос, определяющий тематическое содержание и форму представления ЦКМПР.

Картографическое отображение результатов моделирования природно-ресурсных данных в ПРГМ должно опираться на принципы [297, 299].

Принцип 1: Актуальность, объективность и информационная полнота природно-ресурсных данных, предоставляемых пользователю в ответ на запрос.

Принцип 2: Удобство использования полученных по запросу ЦКМПР для анализа информации и принятия решений на ее основе.

Для обеспечения современности и достоверности информационной базы ПРГМ необходимо соблюдать следующие требования:

– природно-ресурсные данные, наполняющие информационную базу ПРГМ, должны быть получены только из официальных источников, представлены в унифицированных единицах измерения и привязаны к определенной календарной дате (в соответствии с особенностями сбора, систематизации и обработки первичных данных кадастровыми и статистическими организациями РФ, это – 1 января истекшего года) [298];

– информация об общегеографических элементах, служащих для пространственной локализации тематического содержания, должна быть актуализирована

с учетом аэрофото- и картографических материалов, созданных государственными организациями по утвержденным методикам и технологиям.

ПРГМ включает в себя следующие основные структурные элементы [209]:

а) массивы исходных данных. Эта категория охватывает БПД региона и НПРД, содержащие тематическую информацию;

б) методики и технологии анализа и моделирования данных, согласно которым осуществляется преобразование данных, входящих в НРПД. Они позволяют осуществлять с помощью ПРГМ следующие действия:

1) картографическую визуализацию НРПД во взаимосвязи с базовыми пространственными данными;

2) моделирование и экспертную оценку производных показателей, характеризующих запасы и состояние природных ресурсов региона. При этом в качестве исходных параметров для моделирования состояния невозобновимых природных ресурсов целесообразно опираться на константы запасов ресурса и математический аппарат оценки расхода ресурсов. Моделирование состояния возобновимых природных ресурсов необходимо осуществлять с использованием констант запасов ресурса и математического аппарата оценки прироста и расхода ресурсов. Процесс экспертной оценки также включает в себя оценку природно-ресурсного потенциала региона (виды, запасы и рентабельность эксплуатации природных ресурсов);

3) картографическую визуализацию результатов моделирования и экспертной оценки в виде системы ЦКМПР региона.

Информационными элементами, составляющими массивы исходных данных ПРГМ, являются единицы природно-ресурсной информации, которые хранятся, накапливаются и обрабатываются для картографического моделирования современного и перспективного состояния природных ресурсов региона (рисунок 2.6). В соответствии с предложенной на рисунке 2.3 двухпараметрической классификацией природных ресурсов при их учете в инфраструктуре ПРПД, информационные элементы классифицируются в зависимости от компонентной принадлеж-

ности и особенностей эксплуатации описываемого природного ресурса. С точки зрения пространственной локализации каждый конкретный информационный элемент может быть привязан только к одному из классов графических примитивов: к точке, к линии или к площади (в последнем случае с учетом традиционной картографической терминологии, «площадь» может рассматриваться либо как ареал, либо как вся площадь региона) (рисунок 2.7).

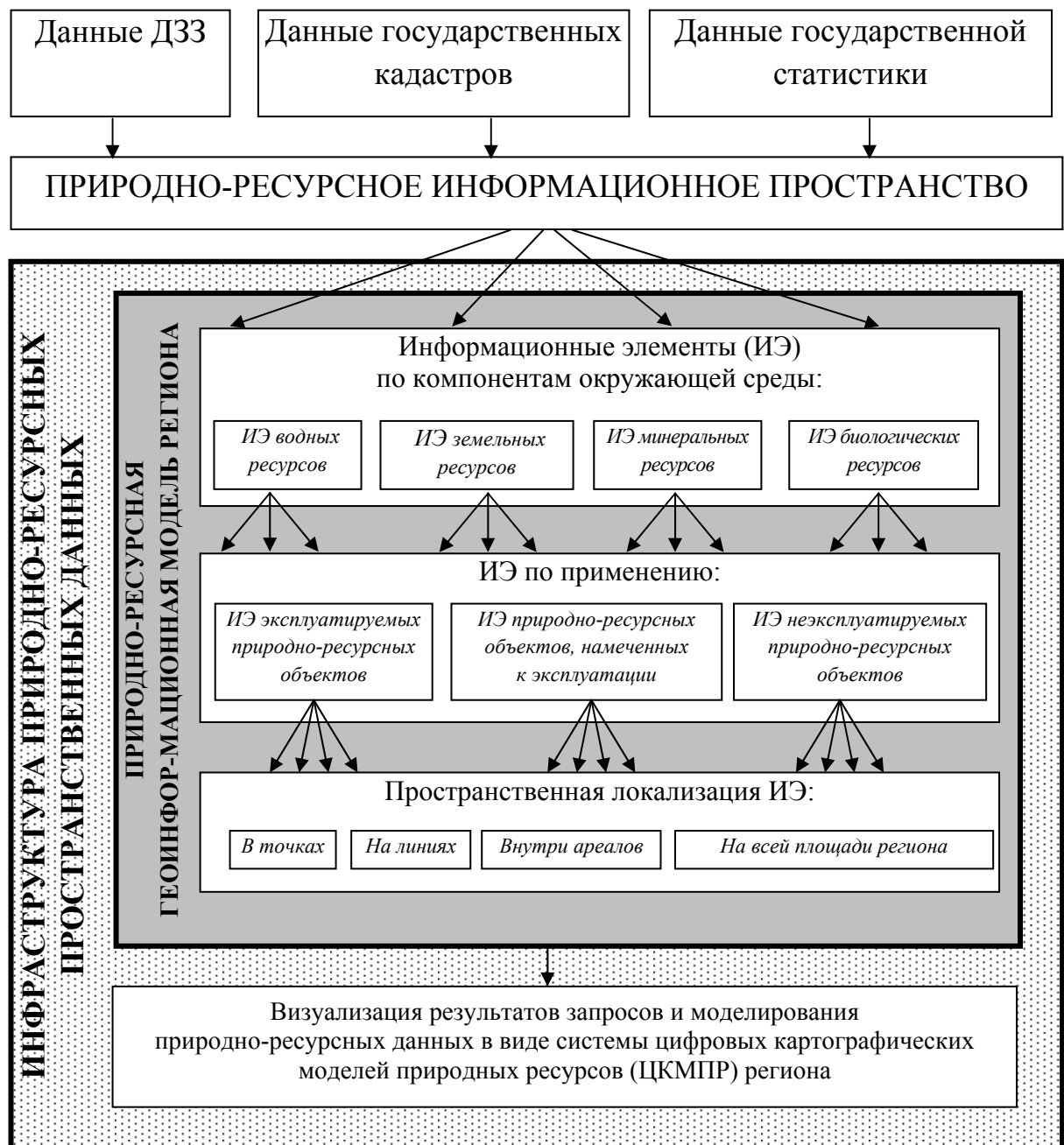


Рисунок 2.7 – Информационные элементы ПРГМ

Визуализация информационных элементов ПРГМ и БПД региона позволяет использовать методы пространственного анализа для картографического моделирования современного и перспективного состояния природных ресурсов региона. Результатом этого процесса является система цифровых картографических моделей природных ресурсов (ЦКМПР) региона. Информационные потоки, связанные с этим процессом, представлены на рисунке 2.8.

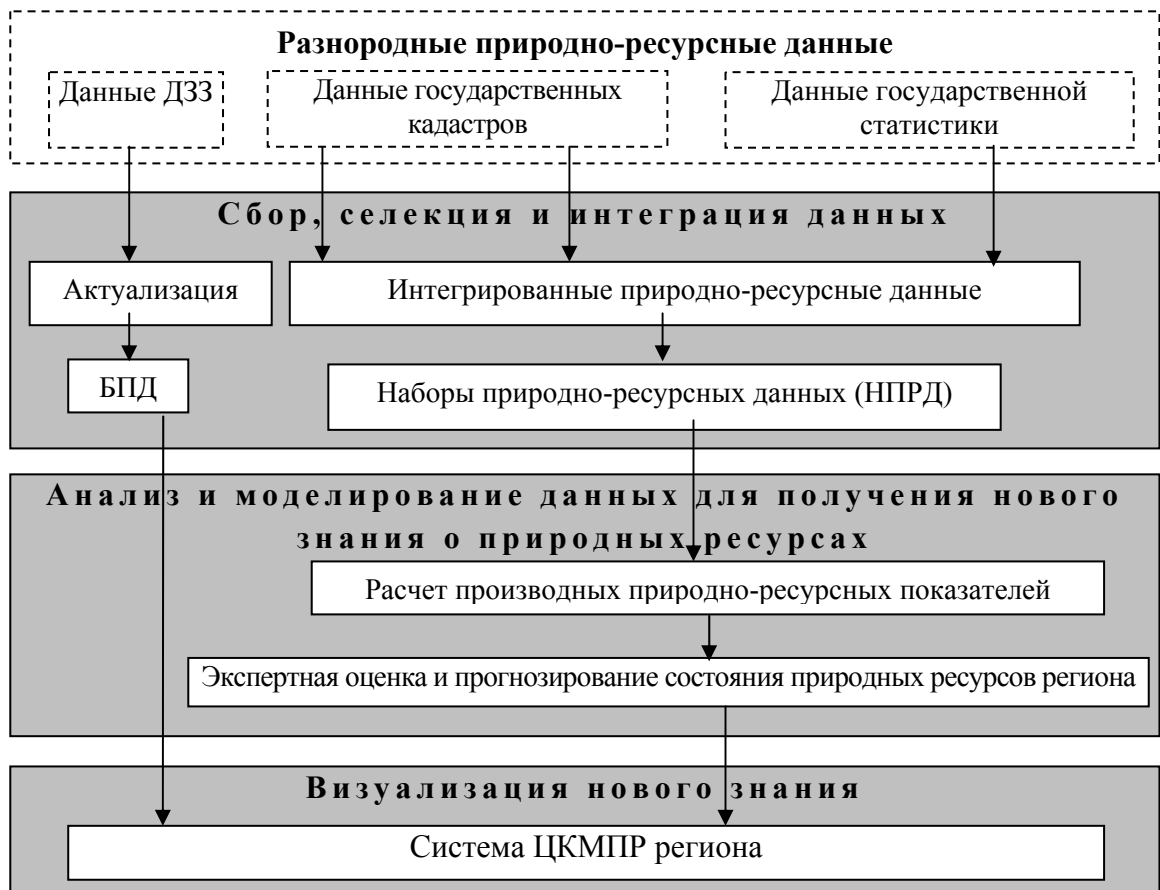


Рисунок 2.8 – Информационные потоки ПРГМ

2.6 Картографический анализ и визуализация природно-ресурсных данных в инфраструктуре природно-ресурсных пространственных данных

Как отмечалось ранее, основным инструментом для представления результатов моделирования и пространственного анализа данных инфраструктуры ПРПД являются цифровые картографические модели природных ресурсов. Они выступают

как конечный продукт, предоставляемый пользователю [205]. Эта роль ЦКМПР объясняется высоким значением зрения во всех сферах жизнедеятельности человека и вытекающим из этого факта удобством визуального представления информации. Понятие визуального анализа в настоящее время все шире входит в науку и в практику управления природопользованием; его важная роль в обеспечении исследовательского и творческого процесса подчеркивается рядом авторов [13, 308].

Основная идея визуального анализа заключается в представлении данных в некоторой визуальной форме, позволяющей пользователю погрузиться в данные, работать с их визуальным представлением, понять их суть, сделать выводы и напрямую взаимодействовать с данными [336]. Роль визуального анализа в жизни человека и общества всегда была высока, это подтверждается тем, что на протяжении всей истории развития человеческого общества его сопровождали карты (от примитивных древних картосхем до современного разнообразия тематических карт), к которым затем добавились новые, обусловленные развитием науки и техники, виды геоизображений.

Традиционно задача визуализации пространственно распределенной информации всегда возлагалась на картографию. Понятие «картографическая модель» появилось в терминологическом аппарате картографии еще в 1990-х гг. Согласно действующим нормативным документам [72, 257], оно считалось тождественным понятию «цифровая модель», и определяется как «логико-математическое представление в цифровой форме объектов картографирования и отношений между ними». Содержание такой модели должно было соответствовать содержанию карты определенного вида и масштаба. Соответственно, свойства цифровой картографической модели полагались тождественными свойствам карты, которые были четко сформулированы и терминологически закреплены в учебно-методической литературе 2-й половины XX в. [26, 311].

Однако в настоящее время, с развитием науки и техники и резким увеличением количества способов получения информации о Земле, помимо картографии большой вклад в визуальный анализ вносят дистанционное зондирование и гео-

информационные технологии, которые, так же как и картография, оперируют пространственными данными. Синтез их достижений в области изучения и использования изображений позволил вывести современную картографию на качественно новый уровень, и заложить основу для формирования нового научного направления – виртуального моделирования и картографирования [22, 23, 40, 88, 363, 368]. Благодаря этому происходит расширение понятия цифровых картографических моделей за границы цифровых и электронных карт. Они превращаются в инструмент пространственного анализа, предоставляющий обширные возможности как в области установления и исследования взаимосвязей, так и в сфере визуализации выявленных закономерностей и сделанных на их основе выводов в форме, удобной и понятной конечному пользователю.

Современные цифровые картографические модели обладают рядом достоинств, которых была лишена традиционная картографическая продукция [190, 363]:

- более высокая наглядность, которая достигается благодаря 3D-моделированию, сочетанию векторной графики с растровым изображением аэрокосмических снимков, использованию картографической анимации. Это позволяет сформировать модель, с высокой степенью достоверности изображающую реальную местность и объекты на ней (лесной массив, речную сеть, геологические слои с врезанными в них шахтами и пр.);

- высокая информативность, заключающаяся в возможности сочетать в одном картографическом изображении традиционное плановое изображение территории с блок-диаграммами, фото-блок-диаграммами и т. п. изображениями, передающими внутреннюю структуру картографируемых объектов;

- высокая динамичность, достигающаяся благодаря высокой скорости обработки данных современными вычислительными средствами и применению технологий математического моделирования. Это позволяет достаточно быстро осуществлять картографическое моделирование и визуализацию различных перспективных ситуаций.

Вышеперечисленные достоинства превращают цифровые картографические модели в средство эффективного решения исследовательских и управленческих задач в самых разных областях научной, производственной и управленческой деятельности [19]. В науках о Земле, и в частности, в исследовании и управлении природными ресурсами, визуальный анализ и представление данных в форме, наглядной и удобной для пользователя, традиционно является важным этапом исследований.

Цифровая картографическая модель природных ресурсов – это формализованное представление комплекса характеристик природного ресурса, имеющего многоаспектное назначение и обеспечивающего получение нового знания для планирования мероприятий по управлению данным ресурсом [202]. Она предназначена для систематизации, анализа и визуализации природно-ресурсных данных [190]. ЦКМПР обеспечивают высокий уровень «погружения» пользователя в предоставленную ему информацию и позволяют осуществлять действительно всестороннее изучение объектов и явлений. Благодаря этому, использование ЦКМПР сокращает объем и продолжительность натурных исследований при планировании и проектировании новых объектов природопользования и дает возможность оценивать изменения, которые произойдут в окружающей среде региона при различных сценариях экономического развития.

С учетом современной типологизации картографических произведений по приемам исследования [78, 409], предлагается выделить описательные, предсказательные и предписательные типы ЦКМПР. Однако, учитывая ориентированность ЦКМПР на решение практических задач, связанных с ведением природопользования на конкретной территории, невозможно осуществлять типизацию ЦКМПР в отрыве от их практического назначения. Востоковой Е. А. и др. [123] выделяют констатирующие, прогнозные и рекомендательные карты природной среды. Продолжая это логическое построение и учитывая необходимость не только инвентаризации, но и оценки современного и перспективного состояния природных

ресурсов в силу их интенсивной эксплуатации человеком, предлагается выделить 4 типа ЦКМПР по назначению (рисунок 2.9).

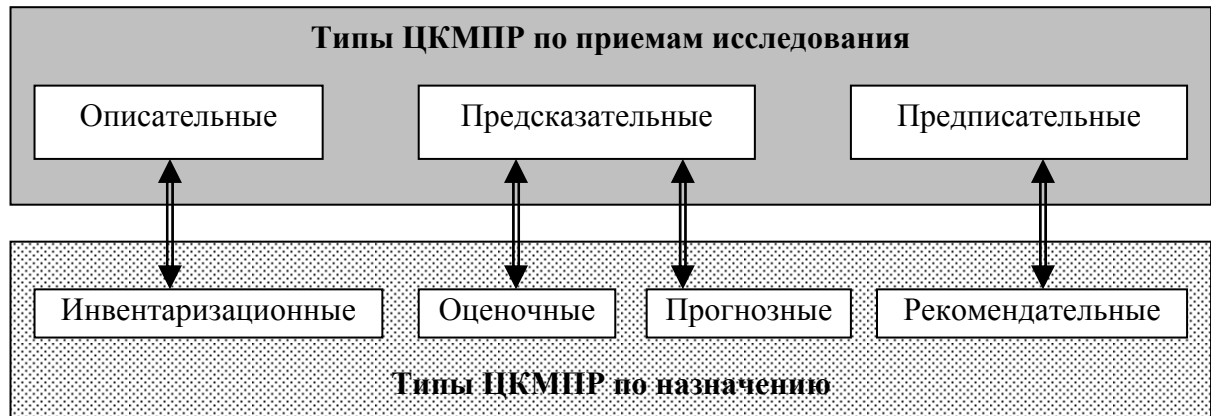


Рисунок 2.9 – Соотношение типов ЦКМПР по приемам исследования и по назначению

Рассмотрим более подробно различные типы ЦКМПР, представленные на рисунке 2.9:

- описательные ЦКМПР отображают особенности пространственного распределения природных ресурсов, их качественные и количественные характеристики. По своему назначению они являются инвентаризационными;
- предсказательные ЦКМПР отображают влияние естественных и антропогенных факторов на состояние природного ресурса, а также характеризуют возможности использования ресурса для решения практических задач. По своему назначению они могут быть оценочными или прогнозными (в зависимости от того, какое состояние природных ресурсов исследуется: современное или перспективное);
- предписательные ЦКМПР характеризуют оптимальные (с точки зрения решения конкретной практической задачи) варианты использования природных ресурсов территории. По назначению они являются рекомендательными.

Общая структура тематического содержания ЦКМПР представлена на рисунке 2.10 [202].

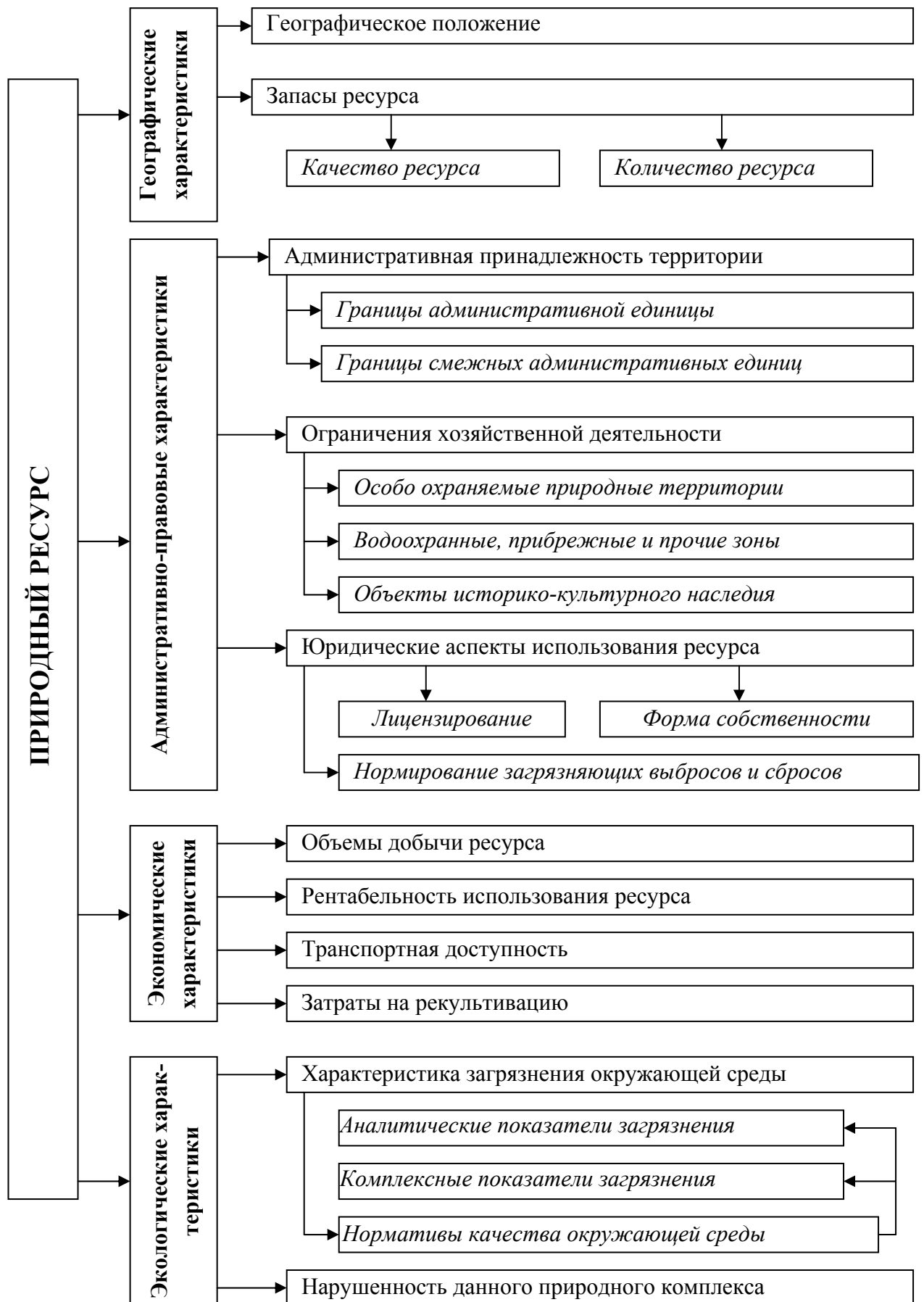


Рисунок 2.10 – Блок-схема тематического содержания ЦКМПР

В зависимости от формы представления информации, ЦКМПР могут быть визуализированы как в виде цифровых и электронных карт, которые можно считать традиционным видом геоинформационной продукции, так и в виде более сложных картографических произведений, создание которых стало возможно лишь в последние годы, с развитием технологий геопространственного моделирования. Рассмотрим более подробно эти формы представления природно-ресурсных пространственных данных.

Картографическая анимация. Применительно к картографии термин «анимация» понимается как «последовательная форма представления изменяющихся изображений в определенный интервал времени» [144, 362, 403]. Картографические анимации ведут начало от динамических карт, фиксирующих состояние одного и того же объекта в разные моменты времени (или на разных стадиях развития).

При картографировании природных ресурсов картографические анимации могут применяться в следующих целях:

- анимация динамики пространственной конфигурации запасов природных ресурсов (изменение речной сети или береговой линии водоемов, динамика площадей, занятых лесной растительностью и пр.);
- анимация динамики качественных или количественных показателей природно-ресурсного объекта (динамика добычи полезных ископаемых по месторождениям и т. п.);
- комплексная анимация, освещающая оба вышеперечисленных аспекта (например, изменение структуры и продуктивности сельскохозяйственных земель).

Картографические анимации могут быть как неуправляемыми (последовательность демонстрации каждого кадра и параметры построения кадра однозначно заданы и не могут изменяться пользователем), так и управляемыми, в которых пользователь может изменять угол и дальность обзора, скорость просмотра анимации и т. п. В силу своей наглядности картографические анимации могут быть особенно полезны для пользователей, имеющих небольшой опыт работы с картографическими источниками информации (администраторы, бизнесмены, учащиеся и пр.).

Блок-диаграмма – это трехмерный картографический рисунок, совмещающий перспективное изображение поверхности с продольным или поперечным вертикальными разрезами [146, 380]. Блок-диаграммы особенно востребованы при характеристике сложных, многокомпонентных природных ресурсов: минеральных (блок-диаграммы условий залегания полезных ископаемых), почвенных (блок-диаграммы структуры почвенных горизонтов).

Виртуальные 3D-модели и виртуальные сцены. Виртуальная 3D-модель формирует объемное трехмерное изображение исследуемого объекта. Предтечами современных виртуальных 3D-моделей являются цифровые модели рельефа и цифровые модели местности, но в отличие от них, современные виртуальные 3D-модели «существуют в программно-управляемой среде, обеспечивающей интерактивное взаимодействие с наблюдателем» [22]. Виртуальная сцена – это отдельно взятое состояние виртуальной реальности или 3D-модели [23, 361]. При всей своей наглядности виртуальные 3D-модели и сцены строятся в определенной проекции и масштабе, то есть имеют однозначно определенную математическую основу, что позволяет использовать их не только для визуального изучения объектов, но и для картометрических и проектировочных работ. Учитывая высокие требования, которые предъявляют виртуальные 3D-модели к аппаратному обеспечению, целесообразно рекомендовать их создание не на весь исследуемый регион, а на отдельные, наиболее значительные с точки зрения природопользования территории (месторождения полезных ископаемых; крупные массивы лесов и сельскохозяйственных угодий со сложным рельефом и т. п.) [364, 395].

Геопространственная виртуальная реальность – виртуальная 3D-модель, включающая в себя виртуальное изображение объекта и окружающей его среды [146, 359, 374]. Геопространственная виртуальная реальность – наиболее сложный продукт геоинформационного картографирования, характеризующийся следующими свойствами:

- интерактивность, т. е. способность пользователя взаимодействовать с геопространственной виртуальной средой;

- интродукция (то есть погружение пользователя внутрь среды);
- интенсификация информации (возможность повышения детальности изображения объектов геопространственной виртуальной реальности и их характеристик);
- интеллектуальность, обеспечивающая чувственное восприятие и более сознательное поведение пользователей.

На сегодняшний день геопространственная виртуальная реальность является наиболее сложной и ресурсоемкой формой представления пространственно распределенной информации; разработки по ее использованию для оперирования природно-ресурсными данными находятся на стадии концептуальных разработок [101, 372, 379, 393, 394, 401, 410].

Выводы по 2-му разделу диссертационной работы:

– геоинформационное моделирование и картографирование состояния природных ресурсов региона с целью оптимизации и рационализации природопользования обуславливает необходимость создания упорядоченных массивов исходных данных путем систематизации и интеграции разнородных природно-ресурсных данных, поступающих из различных источников, охарактеризованных в 1-м разделе диссертационной работы. Для решения этой задачи разработана концепция инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных – системы сбора, систематизации, хранения и предоставления пользователям природно-ресурсных пространственных данных. Инфраструктура ПРПД создается как структура, преемственная по отношению к Российской инфраструктуре пространственных данных, с которой осуществляет информационный обмен БПД. Ее назначение состоит в упорядочивании и регламентации процессов сбора, обработки и предоставления разнородных природно-ресурсных данных пользователю, занятому в управлении природными ресурсами и планировании рационального природопользования;

- разработанная природно-ресурсная геоинформационная модель региона является основным инструментом для интеграции и картографического моделирования разнородных природно-ресурсных данных;

- для визуализации результатов геоинформационного моделирования разнородных природно-ресурсных данных с учетом географических, административно-правовых, экономических и экологических характеристик картографируемого природного ресурса предлагаются цифровые картографические модели природных ресурсов. Всестороннее рассмотрение состояния природных ресурсов региона с целью получения нового знания для эффективного управления природными ресурсами обеспечивается путем организации этих моделей в виде системы ЦКМПР региона.

3 НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА

3.1 Основные положения о системе цифровых картографических моделей природных ресурсов региона

Система цифровых картографических моделей природных ресурсов (система ЦКМПР региона) представляет собой совокупность цифровых картографических моделей, отображающих современное состояние и возможности эффективного использования ресурсов природных компонентов региона (водных, земельных, минеральных, биологических) [207].

Неотъемлемым свойством любой системы является ее эмерджентность – «наличие у данной системы особых свойств, которые не присущи ее отдельным элементам или сумме элементов, не связанных системообразующими связями» [130].

В картографии эмерджентное свойство общегеографической или тематической карты заключается в способности карты предоставлять потребителю новое знание, сформированное в ходе анализа и обработки известных сведений, отображенных на карте. Так, например, анализ размещения промышленных предприятий позволяет локализовать зоны загрязнения подземных водоносных бассейнов [344, 366]. Учет сведений о локализации и периодичности наступления неблагоприятных погодных явлений позволяет повысить эффективность использования земельных ресурсов, корректируя сельскохозяйственное зонирование земель в соответствии с данными об ожидаемом сезонном затоплении территории [375]. Комплексный анализ гидрологических, гидрохимических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий позволяет осуществить прогноз изменения качества воды в водохранилище [269, 271]. Учет условий переноса воздушных масс позволяет объяснить причины формирования местного рельефа [47]. Комплексное рассмотрение особенностей растительных сообществ и рельефа местности обеспечивает выявление потенциала расселения промыслового вида живот-

ных [281] и т. п. В сущности, картографический метод исследования является практическим выражением эмерджентности карт.

В эпоху традиционной картографии, а также на начальных этапах развития ГИС и пространственного анализа, владение картографическим методом исследования и обусловленной им возможностью анализировать и преобразовывать пространственно привязанные данные являлось прерогативой сравнительно узкого круга специалистов, чья профессиональная подготовка и научная или практическая деятельность были связаны с созданием и использованием карт. Широкий круг потребителей карт различного назначения (от научно-справочных до учебных) был, по сути дела, отстранен от процесса моделирования данных и получал новое знание в виде готового картографического продукта, созданного специалистами (и в некоторой степени – отражающего гипотезы, теории и предпочтения специалистов, но не потребителей). Среди основных причин такого «отстранения» потребителей следует назвать сложность доступа к необходимым данным, а также недостаточную компетенцию в области картосоставления, и, следовательно, неспособность создать работоспособный картографический продукт.

В начале XXI в. компьютеризация общественной жизни, развитие технологий сбора, систематизации, моделирования и представления данных в корне изменили эту ситуацию. Разнообразные базы статистических данных теперь доступны через глобальную сеть Интернет (как в режиме свободного доступа, так и посредством платной регистрации). Постоянно увеличивается количество картографических сервисов, которые позволяют пользователю с помощью готовой цифровой общегеографической основы сформировать собственное, уникальное картографическое произведение, целиком отвечающее его нуждам и требованиям. Произошла смена парадигм: из пассивного «читателя карты», практически лишённого права на научно-обоснованное творчество, потребитель картографической продукции превращается в активного «конечного пользователя», использующего компьютерную систему, сеть или программный продукт для решения конкретной задачи. Связанное со сменой парадигм изменение ролей специалистов

и потребителей в процессе создания картографической продукции отражено на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Изменение вклада потребителя в процесс создания картографической продукции

Как видно из рисунка 3.1, в процессе создания цифровой картографической модели участие потребителей сопоставимо с вкладом специалистов. В сфере ответственности последних остаются создание и ведение информационной базы картографирования, а также разработка принципов, методик и технологий осуществления различных действий по моделированию и визуализации этой информации. Пользователь, опираясь на сформулированные специалистами правила селекции и визуализации данных, формирует картографическую модель, отображающую интересующую его совокупность данных в предпочтительном для него визуальном оформлении (двухмерная карта, трехмерная модель, профиль местности и т. п.). Следует от-

метить, что конечный результат – созданная цифровая картографическая модель – в отличие от традиционной карты или атласа находится одновременно в сфере ведения и потребителя, и специалиста, поскольку развитие технологий удаленного доступа значительно способствовало формированию обратной связи между ними. Используя любой из существующих способов коммуникации – от электронной почты до комментариев на сайте или портале, предоставляющем картографические услуги, – потребитель может легко и быстро выразить свое мнение о получившемся картографическом продукте или процессе его создания, довести до специалиста свои пожелания или рекомендации, задать вопросы и т. п.

Вышеописанная смена парадигм обусловила изменение эмерджентного свойства современных картографических произведений: теперь они не только предоставляют пользователю новое знание, но и дают ему возможность принять личное участие в получении этого знания.

С учетом сказанного эмерджентное свойство системы ЦКМПР региона заключается в генерации нового знания о состоянии природных ресурсов региона в оптимально адаптированной для визуального и геоинформационного анализа форме. Оно определяет функциональные свойства системы ЦКМПР региона, которые включают в себя [202]:

- селективность – возможность выбора необходимых данных из сформированного и поддерживаемого специалистами информационного массива. Селективность обеспечивается широким кругом показателей состояния и использования природных ресурсов, изначально хранящихся в базе данных системы ЦКМПР региона и периодически обновляемых с использованием разнородных источников данных. Селективность системы ЦКМПР региона дает пользователю возможность ознакомиться с различными характеристиками картографируемого явления и этим повышает его осведомленность и способствует более квалифицированному решению стоящей перед пользователем задачи;

- вариативность системы ЦКМПР региона проявляется в предоставлении пользователю широких возможностей в области комбинирования показателей со-

стояния и использования природных ресурсов в процессе запроса и обработки данных для построения ЦКМПР. Разнообразие вариантов сочетания данных базируется как на использовании различных методов пространственного анализа, учитывающего топологические взаимодействия объектов, так и на использовании методов статистического анализа атрибутивных характеристик объектов. Это расширяет возможности пользователя по выявлению и оценке перспективных направлений использования ресурса;

– презентативность системы ЦКМПР региона заключается в предоставлении пользователю возможности самостоятельного выбора формы представления результатов картографического моделирования. В зависимости от своих нужд пользователь может отобразить ЦКМПР в виде картографического изображения, которое может быть двухмерным или трехмерным, статичным или динамичным, иметь различный уровень генерализации и характеризоваться уникальными особенностями оформления. Но в любом случае конечным результатом взаимодействия пользователя с системой ЦКМПР региона будет являться модель, созданная с соблюдением существующих стандартов, норм и правил создания картографической продукции.

Системообразующие факторы, оказывающие наиболее активное воздействие на систему ЦКМПР региона, по отношению к самой системе являются как внешними, так и внутренними.

Внешние системообразующие факторы преимущественно связаны с развитием современной техники и технологий. Среди них следует назвать:

- совершенствование технологий сбора, обработки и моделирования данных о Земле о ее компонентах (дистанционного зондирования, лазерного сканирования, 3D- и 4D-моделирования, создания виртуальной реальности и т. п.);
- совершенствование технологий создания и ведения баз данных, в том числе баз пространственно привязанных данных;
- расширение доступа пользователей к пространственно привязанным данным через картографические сервисы, GPS-навигацию и пр.

Внутренние системообразующие факторы системы ЦКМПР региона обусловлены интегративными тенденциями, наблюдающимися с конца XX в. в науках о Земле и обществе, и в том числе – в картографии. Эти тенденции проявляются через объединение родственных научных дисциплин в междисциплинарные надстройки, активно использующие понятия, методы и технологии смежных областей знания для комплексного решения актуальных проблем, стоящих перед человечеством. Примером такой научной интеграции в науках о Земле является появление в конце XX – начале XXI в. геоиконики, синтезирующей достижения картографии, геоинформатики и дистанционного зондирования Земли [23, 24]. Ее предшественницей можно считать киберкартографию (*cybercartography*), развивавшую и дополнявшую научный аппарат традиционной картографии методиками и технологиями в области компьютерной обработки данных, телекоммуникаций и мультимедиа [405, 406]. С 2005–2006 гг., в условиях популяризации географического и картографического контента для широкого круга пользователей, ведется речь о неогеографии – «новой географии» эпохи Web 2.0, адаптирующей методики и технологии геоинформационного картографирования для широкого круга пользователей, самостоятельно создающих необходимый им контент [82, 369, 373, 411]. Интегративные тенденции в современных науках о Земле – важный системообразующий фактор системы ЦКМПР региона, целью которой является получение нового знания как путем синтеза разнородных данных о природных ресурсах, так и посредством интегрирования методик и технологий картографии, дистанционного зондирования Земли, статистического анализа и обработки данных, ГИС-анализа и моделирования.

Вторым внутренним системообразующим фактором системы ЦКМПР региона является популяризация картографических произведений, обусловленная современной доступностью GPS- и ГИС-технологий. Современное общество воспринимает картографическую продукцию уже не как пособие для научной, производственной или учебной деятельности, но как удобный инструмент для решения многих бытовых задач (выбор места проживания, сервисных организаций, плани-

рование путешествий, обеспечение хобби и т. п.). Интерес общества к пространственно привязанной информации постоянно возрастает, – и в том числе к информации о природных ресурсах, поскольку именно природные ресурсы выполняют многочисленные экономические, экологические и рекреационные функции по поддержанию общества в стабильном состоянии. С этой точки зрения система ЦКМПР региона является удобным инструментом, позволяющим широкому кругу пользователей получать природно-ресурсную информацию в удобной и понятной для них форме.

С позиции своего практического применения система ЦКМПР региона предназначена для систематизации, моделирования и визуализации природно-ресурсных данных в целях инвентаризации, оценки и управления природными ресурсами региона. Она включает в себя следующие информационные компоненты [202]:

$$C_{\text{ЦКМПР}} = (D, M, S, K), \quad (3.1)$$

где D – массив разнородных природно-ресурсных данных, формирующих тематическое наполнение системы ЦКМПР региона;

M – математический аппарат, обеспечивающий построение геометрически точного и логически корректного картографического изображения;

S – совокупность графических средств визуализации разнородных природно-ресурсных данных;

K – совокупность норм и правил создания и оформления картографических произведений.

Рассмотрим более подробно компонент D , определяющий семиотическое поле системы ЦКМПР региона. Он может быть представлен в следующем виде (формула (3.2) [202])

$$D = (D_{\text{и}}, D_{\text{пр}}), \quad (3.2)$$

где $D_{\text{и}}$ – совокупность природно-ресурсных данных, рассматриваемых с позиции источника их получения;

$D_{\text{ПР}}$ – совокупность природно-ресурсных данных, рассматриваемых с позиции предоставляемых характеристик природных ресурсов.

Исходя из выполненного в 1-м разделе диссертационной работы анализа современной структуры природно-ресурсного информационного пространства РФ и сформулированного в результате перечня основных видов исходных данных для создания системы ЦКМПР региона (см. рисунок 2.6), $D_{\text{И}}$ представляет собой совокупность данных ДЗЗ, кадастровой информации, которая может быть представлена как в статистическом, так и в картографическом виде, и статистической информации, представленной в табличном или инфографическом виде [202]:

$$D_{\text{И}} = (D_{\text{ДЗЗ}}, D_{\text{К}}, D_{\text{С}}), \quad (3.3)$$

где $D_{\text{ДЗЗ}}$ – множество исходных данных, получаемых по материалам дистанционного зондирования Земли;

$D_{\text{К}}$ – множество исходных данных, получаемых в результате ведения государственных кадастров (земельного, водного, лесного, месторождений и проявлений полезных ископаемых, особо охраняемых природных территорий), а также ведомственного учета природных ресурсов (например, учета охотничье-промысловых животных, выполняемого Департаментом охотничьего хозяйства Минсельхоза);

$D_{\text{С}}$ – множество исходных данных, получаемых по материалам государственной статистики, формируемых Росстатом на основании первичных отчетов природопользователей.

Учитывая ранее сформулированные задачи инфраструктуры ПРПД, частью которой является система ЦКМПР региона, и двухпараметрическую классификацию природных ресурсов при их учете в инфраструктуре ПРПД (см. рисунок 2.3), компонент $D_{\text{ПР}}$ может быть охарактеризован как множество разнородных данных, отражающих основные аспекты состояния и использования природных ресурсов [202]:

$$D_{\text{ПР}} = (D_{\text{С}}, D_{\text{Э}}, D_{\text{В}}), \quad (3.4)$$

где D_C – множество разнородных данных, характеризующих современное состояние природных ресурсов;

$D_{\ominus}$ – множество разнородных данных, отражающих параметры эксплуатации ресурсов (объем и динамику добычи, обеспеченность ресурсом и т. п.);

D_B – множество разнородных данных, характеризующих показатели восстановления объемов и качества ресурса (только для возобновимых ресурсов).

3.2 Территориальная интерпретация природно-ресурсных данных при создании системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона

Процесс картографической визуализации тематических данных подразумевает не только локализацию картографируемых объектов и явлений на общегеографической основе, но и выбор территориальной единицы картографирования, в границах которой будет отображаться и моделироваться собранная информация. Он определяется следующими факторами:

- пространственная протяженность картографируемых объектов и явлений и обусловленный этим масштаб картографирования;
- возможность сбора характеристик картографируемых объектов и явлений в пределах каждой территориальной единицы с одинаковой объективностью и достоверностью.

Изучению вопросов территориальной интерпретации различных тематических данных посвящен ряд исследований [16, 173, 272]. Аспекты выбора территориальных единиц картографирования наиболее детально проработаны для карт экологической тематики, что обуславливается сложностью моделирования процессов распространения и трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде и связанной с этим проблемой оценки проницаемости географических границ [50, 143, 208, 333]. Как показал анализ проведенных исследований, при создании карт природы наиболее распространены два следующих подхода к выбору территориальной единицы картографирования.

Ландшафтно-географический подход, основанный на использовании единиц физико-географического или ландшафтного деления территории. Этот подход традиционно применяется при картографическом моделировании растительности [263, 355], рельефа и почвенного покрова [93, 331, 371], животного мира [124, 306, 351], экологической ситуации [133, 404], ландшафтной обстановки или рекреационной ситуации [8, 93, 142, 143, 270]. Расширение научных представлений о системности окружающей среды в сочетании с разнообразными возможностями пространственного анализа данных в ГИС позволило использовать данный подход и для оценки других компонентов окружающей среды, например, водных систем [7, 93, 139]. Достоинством этого подхода является возможность рассмотрения природно-территориального комплекса как единой системы, с учетом его взаимодействия с соседними экосистемами. Однако следует отметить, что данный подход несет в себе некоторую долю субъективизма в отношении выбора природных рубежей, рассматриваемых как границы картографируемого ландшафта [333].

Использование единиц политико-административного и хозяйственного деления территории. Этот подход широко применяется при составлении тематических карт по материалам официальной статистики [333], в особенности при оценке ресурсообеспеченности территории [340], картографировании показателей социально-экономического и культурного развития территории [48]. Также он востребован и в тех случаях, когда создаются картографические произведения, предназначенные для обеспечения административно-хозяйственных мероприятий, планируемых и проводимых в пределах конкретного административного субъекта РФ. На основании данного подхода составляются территориальные комплексные схемы охраны природы [165], схемы территориального планирования [49, 264], проекты экологического каркаса [17, 265]. Достоинства этого подхода заключаются в удобстве сбора информации и легкости контроля однородности информационного покрытия территории, поскольку сбор данных

для картографирования сводится, по сути дела, к формированию выборок статистических данных. Главным недостатком подхода является привязка данных не к конкретному месту локализации объекта или явления, а ко всей площади административного субъекта, что снижает точность и объективность картографической модели [332].

Проблема выбора подхода к территориальной интерпретации природно-ресурсных данных имеет неоднозначное решение. Причиной этого является двойственность ЦКМПР, ранее упомянутая в 1-м разделе диссертационной работы [205, 311]: отображая пространственное размещение природных ресурсов и объектов, границы которых не совпадают с административным делением территории, данные картографические произведения предназначены для решения задач по управлению природопользованием в пределах конкретного административного региона. Следует отметить, что, как было показано в разделах 1 и 2, одним из важных источников исходных данных для создания ЦКМПР являются данные государственных кадастров и статистики, которые собираются и систематизируются в границах административного деления. Это поддерживается рядом нормативных документов [97, 166].

Исходя из интересов специалистов в области управления природными ресурсами, которые являются конечными пользователями ЦКМПР, и учитывая упомянутые выше особенности сбора исходных данных для системы ЦКМПР региона, представляется целесообразным использовать сочетание двух вышеописанных подходов, опираясь на следующие принципы [210].

Принцип 1. При создании системы ЦКМПР региона в качестве понятия «регион» рассматриваются административные субъекты РФ, выделенные в соответствии с Общероссийским классификатором административно-территориальных объектов (ОКАТО) [240]. Они являются территориальными единицами картографирования. Предлагаемая для системы ЦКМПР региона иерархия административных субъектов представлена в таблице 3.1 [210].

Таблица 3.1 – Территориальная дифференциация административных субъектов РФ при создании системы ЦКМПР региона

Региональный уровень	Топический уровень
– республики; – края; – автономные области; – автономные округа; – области; – города федерального значения; – города республиканского, краевого, областного подчинения	– районы республики, края, области, автономной области, автономного округа, входящего в состав России; – автономные округа, входящие в состав края или области; – города районного подчинения; – поселки городского типа краевого, областного, районного подчинения; – сельские поселения

Исходя из таблицы 3.1, все создаваемые ЦКМПР подразделяются на две основные группы: региональные ЦКМПР и топические ЦКМПР.

Целью региональных ЦКМПР является общая характеристика современных запасов, объемов использования и восстановления природных ресурсов в границах картографируемого региона по единицам его внутреннего административно-территориального деления (например, по районам области). Топические ЦКМПР создаются на территорию отдельной единицы внутреннего административно-территориального деления региона и предоставляют детализированную характеристику картографируемого природного ресурса.

Масштабный ряд ЦКМПР варьируется следующим образом [210]:

– для топических ЦКМПР: от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000. Выбор масштаба 1:200 000 в качестве нижней границы масштабного ряда обоснован тем, что это самый крупный масштаб общегеографических (обзорно-топографических) карт, которые в соответствии с российским законодательством [266] разрешены к открытому опубликованию;

– для региональных ЦКМПР: от 1 : 1 000 000 до 1 : 12 000 000. Выбор масштаба 1 : 12 000 000 в качестве верхней границы масштабного ряда обоснован тем, что именно в этом масштабе карты крупнейших регионов России (республики Саха (Якутия) широтной протяженностью около 2 000 км, меридиональной

около 2 500 км, Красноярского края меридиональной протяженностью около 3 000 км) четко вписываются в формат А4 (21,5 на 29,5 см) с сохранением оптимальной читаемости содержания, что немаловажно при экспорте созданной ЦКМПР и включении ее в отчетную документацию или при представлении в глобальной сети Интернет.

При создании топических ЦКМПР все административные субъекты рассматриваются как полигональные объекты, но с уменьшением масштаба некоторые из них переходят в категорию точечных объектов или вовсе не отображаются (таблица 3.2). Административные субъекты регионального уровня при любом масштабе картографирования выступают как полигональные объекты.

Таблица 3.2 – Особенности генерализации границ административных субъектов РФ при создании системы ЦКМПР региона

Категория административного субъекта	Региональные ЦКМПР (1 : 1 000 000–1 : 12 000 000)	Топические ЦКМПР (1 : 200 000–1 : 1 000 000)
Административно-территориальные единицы регионального уровня		
Республики	Полигоны	Полигоны
Края	Полигоны	Полигоны
Автономные области	Полигоны	Полигоны
Автономные округа	Полигоны	Полигоны
Города федерального значения	Точечные объекты	Полигоны
Города республиканского, краевого, областного подчинения	Точечные объекты	Точечные объекты
Административно-территориальные единицы топического уровня		
Районы республики (края, области, автономной области, автономного округа)	Полигоны	Полигоны
Автономные округа, входящие в состав края или области	Полигоны	Полигоны
Города районного подчинения	Точечные объекты	Точечные объекты
Поселки городского типа краевого, областного, районного подчинения	Не отображаются	Точечные объекты
Сельские поселения	Не отображаются	Точечные объекты

Использование данного принципа обеспечивает сопоставимость существующих кадастровых и статистических баз данных о природных ресурсах с базой

данных проектируемой системы ЦКМПР региона и таким образом оптимизирует процесс ее создания и заполнения.

Принцип 2. Детализация тематического содержания ЦКМПР осуществляется путем визуализации местоположения конкретных природно-ресурсных объектов в границах региона и привязки к ним качественных и количественных характеристик [210]. В качестве природно-ресурсных объектов в данном случае рассматриваются участки местности, на которых непосредственно локализованы запасы природных ресурсов (водоемы и водотоки; месторождения и проявления полезных ископаемых; лесные массивы и т. п.). Источником исходных данных для детализации тематического содержания ЦКМПР являются материалы аэрокосмической съемки, прошедшие тематическое дешифрирование, а также данные государственных кадастров. Использование данного принципа обеспечивает достаточную для пользователя подробность характеристики природных ресурсов региона.

Общая схема локализации природно-ресурсных данных при проектировании тематического содержания ЦКМПР приведена на рисунке 3.2 [210].

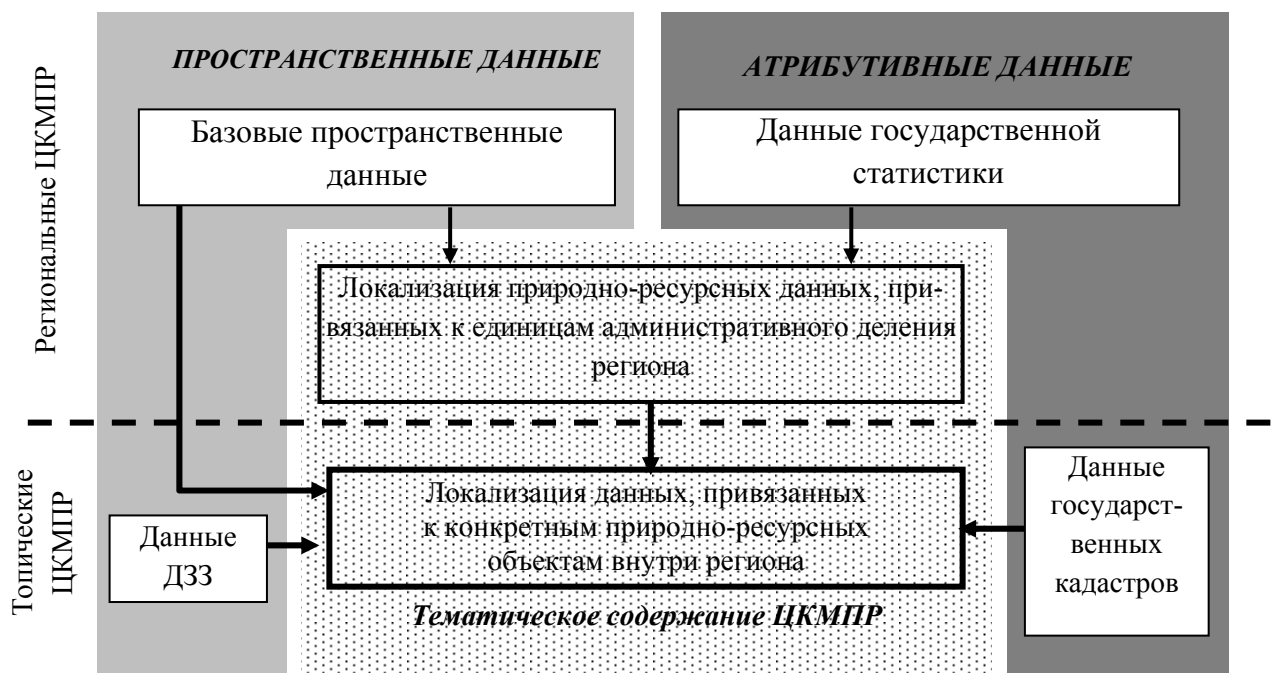


Рисунок 3.2 – Территориальная интерпретация природно-ресурсных данных при проектировании тематического содержания ЦКМПР

Как видно из рисунка 3.2, пространственная локализация природно-ресурсных данных осуществляется в два этапа. Вначале проводится локализация данных российской государственной статистики, собранных в границах внутреннего административно-территориального деления картографируемого субъекта РФ, при этом в качестве цифровой картографической основы используются БПД на территорию субъекта, состав которых определен действующим ГОСТ Р 53339-2009 [181]. Далее проводится локализация данных ДЗЗ и российской государственной статистики, привязанных к конкретным природно-ресурсным объектам, расположенным в границах картографируемого субъекта РФ. Благодаря этому обеспечивается уровень подробности характеристики природных ресурсов субъекта или административных районов, входящих в его состав, достаточный для обоснования конкретных мероприятий по использованию и восстановлению природных ресурсов.

3.3 Принципы проектирования и структурный состав системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона

Комплексное рассмотрение и изучение природных ресурсов региона с привлечением картографического метода исследования подразумевает проектирование и создание серии цифровых картографических моделей, детально раскрывающих все аспекты состояния и использования природных ресурсов. Эффективное использование этих моделей для планирования рационального природопользования возможно только в случае их сопоставимости и внутренней согласованности. Таким образом, процесс картографирования природных ресурсов должен опираться на принципы системного картографирования и выражаться в создании системы ЦКМПР региона, предназначенной для систематизации, моделирования и визуализации природно-ресурсных данных для инвентаризации, оценки и управления природными ресурсами [207].

Цифровые картографические модели, образующие систему ЦКМПР региона, объединены следующими системообразующими признаками [206, 207]:

- информационная интеграция, которая заключается в комплексном использовании данных ДЗЗ, государственных кадастров и статистики для получения полной, актуальной и достоверной характеристики современного состояния и особенностей использования картографируемого природного ресурса;
- тематическая избирательность, которая проявляется в ограничении тематического содержания ЦКМПР кругом объектов и явлений, характеризующих природные ресурсы региона и оценивающих возможности их промышленного использования;
- территориальная ограниченность, которая выражается в ограничении территориального охвата ЦКМПР границами административно-территориальной единицы, выделенной в соответствии с ОКАТО;
- общедоступность – ориентация на широкий круг пользователей, не имеющих специальной картографической подготовки, в том числе – на специалистов, занятых в управлении природопользованием.

Концептуальная схема функционирования системы ЦКМПР региона представлена на рисунке 3.3.

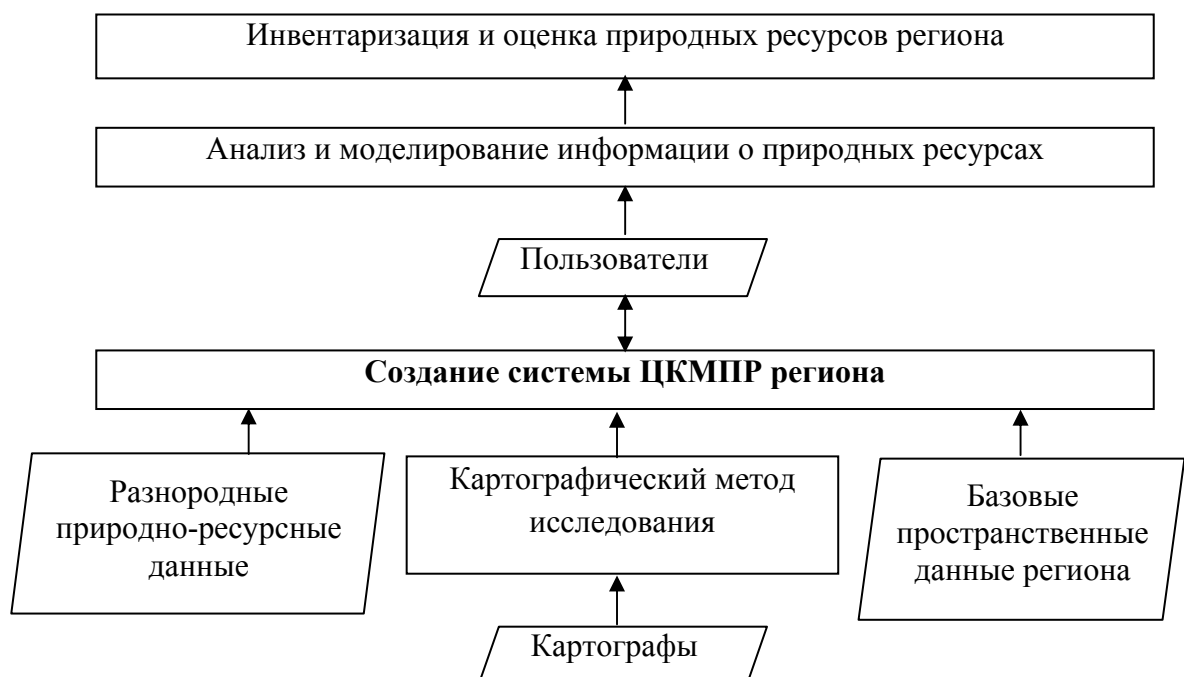


Рисунок 3.3 – Концептуальная схема функционирования системы ЦКМПР региона

Как видно из рисунка 3.3, основной целью системы ЦКМПР региона является предоставление пользователям возможности осуществлять инвентаризацию и оценку состояния природных ресурсов данного региона с использованием разнородных природно-ресурсных данных. В системе ЦКМПР региона пользователи осуществляют анализ и моделирование информации о природных ресурсах, используя картографический метод исследования для комплексной визуализации природно-ресурсных данных и БПД региона.

Использование принципов классификации тематических карт позволяет сформулировать следующие критерии структурной декомпозиции системы ЦКМПР региона:

- количество координат, используемых при картографическом моделировании;
- тематическое содержание ЦКМПР;
- практическое назначение ЦКМПР;
- тип пользователя ЦКМПР.

Перечисленные критерии позволяют выделить в пределах системы ЦКМПР региона четыре подсистемы, для каждой из которых характерен свой классификационный признак, а именно [203, 389]:

- конструктивный признак (задает пространственную размерность ЦКМПР);
- предметный признак (определяет тематическое содержание ЦКМПР);
- функциональный признак (определяет назначение ЦКМПР в соответствии с кругом практических задач, для решения которых они предназначены);
- информационный признак (определяет особенности содержания ЦКМПР, предназначенных для различных типов пользователей).

Далее подсистемы ЦКМПР региона будут рассмотрены более подробно.

Конструктивная подсистема системы ЦКМПР региона.

Эта подсистема выделяется в соответствии с конструктивным классификационным признаком, который определяет размерность ЦКМПР, то есть количест-

во пространственных измерений, которыми оперируют ЦКМПР. В этом отношении, учитывая возможности современных ГИС в области визуализации пространственных данных [22, 24], выделяются следующие типы ЦКМПР:

- двухмерные (цифровые и электронные карты, ортофотокарты, картосхемы и пр.);
- трехмерные (картографические анимации, виртуальные модели и сцены, блок-диаграммы);
- четырехмерные (динамические блок-диаграммы, стереоанимации, геопространственная виртуальная реальность).

Предметная подсистема системы ЦКМПР региона.

Данная подсистема выделяется в соответствии с предметным признаком, который определяет широту тематического содержания ЦКМПР с позиций принадлежности картографируемого природного ресурса к определенному компоненту окружающей среды (гидросфере, литосфере, педосфере, растительному или животному миру) (рисунок 3.4).

Проектирование тематического содержания ЦКМПР опирается на следующие принципы [301]:

- учет существующей классификации природных ресурсов, традиционно принятой в ресурсоведении;
- учет многолетнего опыта, наработанного государственными организациями в области сбора и систематизации данных о природных компонентах и природных ресурсах, детально изложенного в 1-м разделе диссертационной работы. Так например, согласно существующему порядку ведения водного и геологического мониторингов, цифровые картографические модели ресурсов подземных вод отнесены в группу минеральных ресурсов, а не к моделям поверхностных вод, как того требует традиционная классификация природных ресурсов. Это объясняется тем, что в практике российского мониторинга сбор и систематизацию данных о подземных водах ведут геологи.

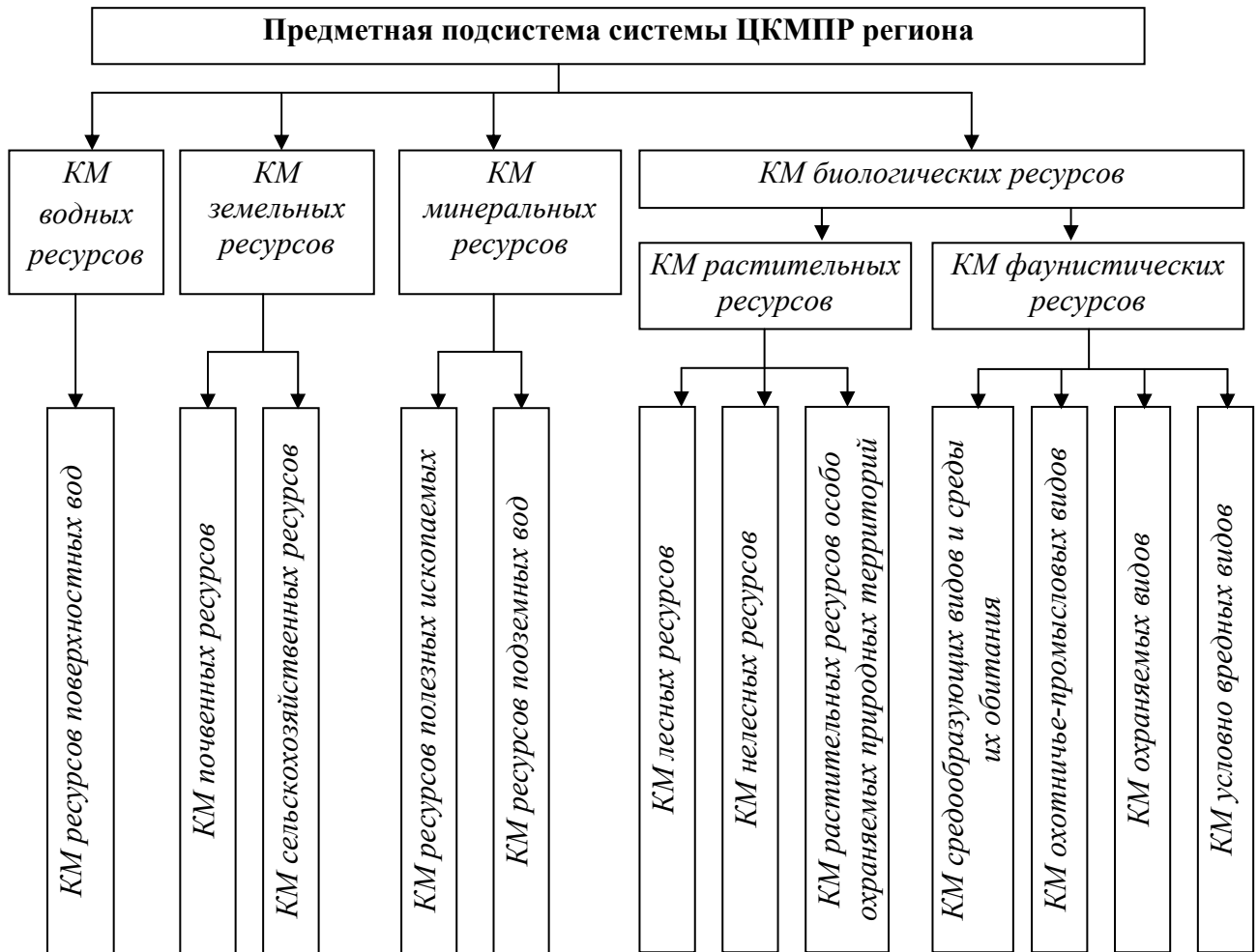


Рисунок 3.4 – Предметная подсистема системы ЦКМПР региона

Предметная подсистема охватывает достаточно широкий спектр природных ресурсов с точки зрения их принадлежности к основным природным компонентам (см. рисунок 3.4) [203, 389]. Она включает в себя следующие виды и подвиды ЦКМПР:

- цифровые картографические модели пресных поверхностных вод отображают пресные поверхностные воды, характеризующиеся легкой доступностью и низкими техническими затратами для хозяйственного использования (воды рек и озер);
- цифровые картографические модели почвенных ресурсов отображают специфические показатели, определяющие направления хозяйственного использования почв (плодородие почв, свойства грунтов, заболачивание, засоление и пр.);

- цифровые картографические модели сельскохозяйственных ресурсов характеризуют существующее использование почв (пахотных земель, различных сельскохозяйственных угодий, естественных и техногенных пустошей и т. п.);
- цифровые картографические модели ресурсов полезных ископаемых отображают месторождения твердых, жидких, газообразных полезных ископаемых;
- цифровые картографические модели ресурсов подземных вод отображают ресурсы глубинных источников пресных, минеральных и термальных вод;
- цифровые картографические модели лесных ресурсов характеризуют состояние лесов, входящих в лесной фонд России;
- цифровые картографические модели нелесных ресурсов отображают ресурсы нелесной растительности (промысловые пищевые и плодово-ягодные, лекарственные, кормовые, технические, медоносные, мелиоративные и пр. растения);
- цифровые картографические модели растительных ресурсов ООПТ предоставляют комплексную характеристику растительного мира ООПТ различных категорий, в том числе характеристику редких, охраняемых, реликтовых, эндемичных видов растений;
- цифровые картографические модели ресурсов средообразующих видов отображают закономерности расселения видов животных, являющихся эдификаторами для данного ландшафтного комплекса;
- цифровые картографические модели охотничье-промысловых видов отображают ареалы обитания, показатели численности и добычи тех видов животных, на которых, в соответствии с региональным законодательством, разрешена промысловая, спортивная и любительская охота;
- цифровые картографические модели охраняемых видов характеризуют особенности расселения и численность видов животных, занесенных в Красную книгу РФ, а также в региональные и местные книги;
- цифровые картографические модели условно вредных видов животных отображают ареалы обитания биологических видов, которые являются вредителями сельского и лесного хозяйства, а также являются переносчиками природно-

очаговых инфекций и представляют собой потенциальную угрозу для здоровья местных жителей.

Функциональная подсистема системы ЦКМПР региона.

Данная подсистема выделяется на основании функционального признака, который определяет назначение ЦКМПР в соответствии с кругом практических задач, для решения которых они предназначены.

Назначение конкретной ЦКМПР определяется не только ее темой и кругом пользователей, но и стадией, на которой находится природопользование данного ресурса. Поэтому при создании ЦКМПР необходимо учитывать следующие факторы [297, 298]:

- особенности вовлечения природных ресурсов в процесс природопользования и перспектив их использования. С точки зрения промышленного использования, природные ресурсы могут быть рентабельными или нерентабельными для эксплуатации, а их запасы классифицируются различным образом в зависимости от разведанности и доступности;

- необходимость восстановления исчерпаемых запасов природных ресурсов и рекультивации окружающей среды, нарушенной в ходе хозяйственной деятельности. Поскольку рекультивационная и природоохранная деятельность – это необходимый компонент рационального природопользования, то для нее тоже необходимо предусмотреть соответствующее картографическое обеспечение.

С учетом вышеприведенных факторов выделяются четыре основных функциональных типа ЦКМПР (рисунок 3.5) [189, 207].

Инвентаризационные ЦКМПР используются на всех основных этапах ведения рационального природопользования.

Их назначение сводится к следующему:

- на стадии стратегического планирования: предварительная оценка наличия и размещения данного вида ресурса, принятие решения о вовлечении ресурса в процесс природопользования, установление его удельного веса в структуре региональной экономики;

- на стадии тактического планирования: корректура имеющихся схем территориального планирования и территориальных комплексных схем охраны природы с учетом введения ресурса в эксплуатацию;
- на стадии проектирования и строительства хозяйственных объектов: определение пространственного размещения и границ конкретных промышленных площадок и связанной с ними инфраструктуры;
- на стадии эксплуатации ресурса: фиксация пространственно-временной динамики изменений объемов или площадей, занятых данным ресурсом;
- на стадии рекультивационно-восстановительных работ: фиксация состояния ресурса после проведения восстановительных мероприятий (прирост площади леса за счет лесопосадок молодняка и т. п.).



Рисунок 3.5 – Функциональные типы ЦКМПР

Оценочные ЦКМПП имеют двоякое назначение. С одной стороны, они предназначены для отображения результатов экономической оценки ресурса (рентабельность добычи, обеспеченность запасами и пр.). С другой стороны, они могут отображать оценку ущерба, нанесенного ресурсу в ходе природопользования (процент деградировавших пахотных земель, пастбищ и пр.). В любом случае оценочные ЦКМПП также востребованы практически на всех этапах рационального природопользования, поскольку являются удобной графической моделью, выражающей не только современное состояние ресурса, но и его пригодность к хозяйственному использованию. Оценочные ЦКМПП используются:

- на стадии стратегического и тактического планирования – для оценки ресурсообеспеченности, рентабельности использования ресурса, возможной продолжительности его эксплуатации;
- на стадии проектирования и строительства хозяйственных объектов – для проектирования производственных мощностей конкретных хозяйственных объектов;
- на стадии эксплуатации ресурса – для оценки изменения запасов ресурса и наносимого ущерба;
- на стадии рекультивационно-восстановительных работ – для оценки необходимости проведения рекультивационных мероприятий, оценки эффективности уже проведенных мероприятий.

Прогнозные ЦКМПП актуальны для выявления перспектив дальнейшего развития промышленных отраслей, использующих данный вид природных ресурсов. Они используются:

- на стадии стратегического и тактического планирования: для выявления неиспользуемых запасов ресурса, в различной степени перспективных к эксплуатации; для оценки объемов перспективного промышленного строительства, обеспечивающего более полное использование уже разведанных запасов ресурса; для оценки сроков функционирования существующих хозяйственных объектов.
- на стадии эксплуатации: для прогноза перспектив обеспеченности ресурсов конкретного хозяйственного объекта;

Рекомендательные ЦКМПР представляют собой ту часть картографического обеспечения рационального природопользования, которая посвящена его обязательному компоненту, а именно – рекультивации и восстановлению исчерпаемых природных ресурсов и охране окружающей среды. Они предназначены:

- на стадии тактического планирования: для корректуры региональных программ по охране окружающей среды с учетом необходимого восстановления эксплуатируемого ресурса;

- на стадии рекультивационно-восстановительных работ: для отображения пространственно-временных рамок мероприятий, рекомендованных для восстановления исчерпаемых природных ресурсов и нарушенных экосистем в сфере влияния конкретного хозяйственного объекта.

Подсистема информирования пользователей ЦКМПР.

Эта подсистема выделяется на основании информационного признака, который определяет особенности содержания ЦКМПР, предназначенных для различных категорий пользователей. Категоризация пользователей производится на основе следующих критериев: уровень владения пользователем ГИС-технологиями и сфера профессиональной деятельности пользователя.

В зависимости от уровня владения ГИС-технологиями, в настоящее время принято выделять три категории пользователей [203]:

- пользователи начального уровня – не знакомы с понятием ГИС, но способны читать картографическое изображение с помощью легенды и осуществлять некоторые простые, интуитивно понятные операции (выбор объектов, получение информации о них, измерение абсолютных картометрических показателей и т. п.). Данный уровень характерен для непрофессиональных пользователей ГИС;

- пользователи продвинутого уровня – имеют общее представление о ГИС и операциях пространственного анализа, умеют выполнять простейшие из этих операций (определять относительные картометрические показатели, строить буферные зоны и пр.), умеют формулировать простейшие SQL-запросы и создавать несложные по содержанию цифровые картографические произведения;

– опытные пользователи – умеют самостоятельно создавать цифровые картографические произведения любой сложности, владеют всеми операциями пространственного анализа, могут составлять SQL-запросы любой сложности.

Процесс ведения природопользования характеризуется высокой сложностью и требует участия кадров различных направлений профессиональной подготовки. В зависимости от сферы деятельности, к которой принадлежат пользователи системы ЦКМПР региона, можно выделить следующие категории [203]:

– специалисты в области управления природными ресурсами региона. Решаемые задачи: изучение распределения и характеристик имеющихся запасов природных ресурсов для решения управленческих задач (оценка правильности выбранных приоритетов развития ресурсоемких отраслей; разработка и корректировка программ по рекультивации и восстановлению природных ресурсов; оценка эффективности проведенных мероприятий). Уровень владения этих пользователей ГИС-технологиями – как правило, базовый или отсутствует. Актуальные для них виды ЦКМПР – инвентаризационные, оценочные и прогнозные электронные карты природных ресурсов;

– юридические или физические лица, осуществляющие хозяйственную деятельность, используют ЦКМПР для изучения имеющихся и перспективных запасов природных ресурсов, современного характера и интенсивности их использования для развития ресурсоемких отраслей промышленности региона. Уровень владения ГИС-технологиями – как правило, базовый. Актуальные для них виды ЦКМПР – инвентаризационные, оценочные и прогнозные цифровые карты природных ресурсов;

– специалисты по промышленному проектированию используют ЦКМПР для планирования и размещения конкретных предприятий по добыче и переработке различных видов природных ресурсов. Как правило, такие специалисты являются опытными пользователями ГИС, ими востребованы инвентаризационные и оценочные цифровые карты природных ресурсов, высоко детализированные 3D-модели и 3D-сцены;

– учащиеся средних и высших учебных заведений могут использовать ЦКМПР для ознакомления с природно-ресурсным потенциалом региона, выполнения учебных работ, ведения научно-исследовательской работы в рамках школы или вуза. Уровень владения ГИС-технологиями в этой группе пользователей варьируется от начального до продвинутого, а ЦКМПР, предлагаемые вниманию этой аудитории, должны отличаться особо высокой наглядностью. Это могут быть электронные и цифровые инвентаризационные, оценочные и прогнозные карты природных ресурсов, фотокарты, картографические анимации, упрощенные 3D-модели и 3D-сцены;

– представители природоохранных и экологических общественных организаций используют ЦКМПР для ознакомления с современным состоянием природно-ресурсной базы региона, общественного контроля за интенсивностью и рациональностью использования природных ресурсов, фиксации экологических правонарушений (несанкционированная рубка леса, загрязнение водных бассейнов и пр.). Уровень владения ГИС-технологиями у этих пользователей в большинстве своем базовый, ими будут востребованы электронные карты природных ресурсов, фотокарты, упрощенные 3D-модели и 3D-сцены.

Исходя из данной классификации пользователей, представляется возможным выделить следующие три группы ЦКМПР [203]:

– исследовательские ЦКМПР – предназначены для специалистов региональных научно-исследовательских организаций в области экологии, природопользования, охраны природы. Их назначение – систематизация и пространственный анализ собранных данных, визуализация результатов анализа, формулирование выводов о состоянии и особенностях природных ресурсов региона. К созданию данного вида ЦКМПР предъявляются особенно высокие требования в области информативности и детальности визуализируемой информации, также они могут отображать узкоспециальные понятия и параметры;

– хозяйственные ЦКМПР предназначены для сотрудников органов регионального управления в области использования природных ресурсов, развития от-

раслей промышленности и охраны природы. Их назначение – наглядная визуализация особенностей размещения и эксплуатационных характеристик запасов природных ресурсов в пределах региона;

– ознакомительные ЦКМПР предназначены для широкого круга пользователей. Их задача – предоставлять обобщенную характеристику природных ресурсов региона в условных обозначениях и терминах, понятных пользователю, не имеющему специального образования в области ресурсоведения или наук о Земле. Данная категория ЦКМПР должна отличаться особенно выразительным оформлением с использованием картографических анимаций и прочие средств «оживления» картографического изображения, которые улучшают их восприятие пользователем. Также востребовано размещение этих карт в Интернете и возможность их формализованного создания по запросу пользователя.

На рисунке 3.6 представлено соотношение разных групп пользователей с разными типами используемых ими ЦКМПР.

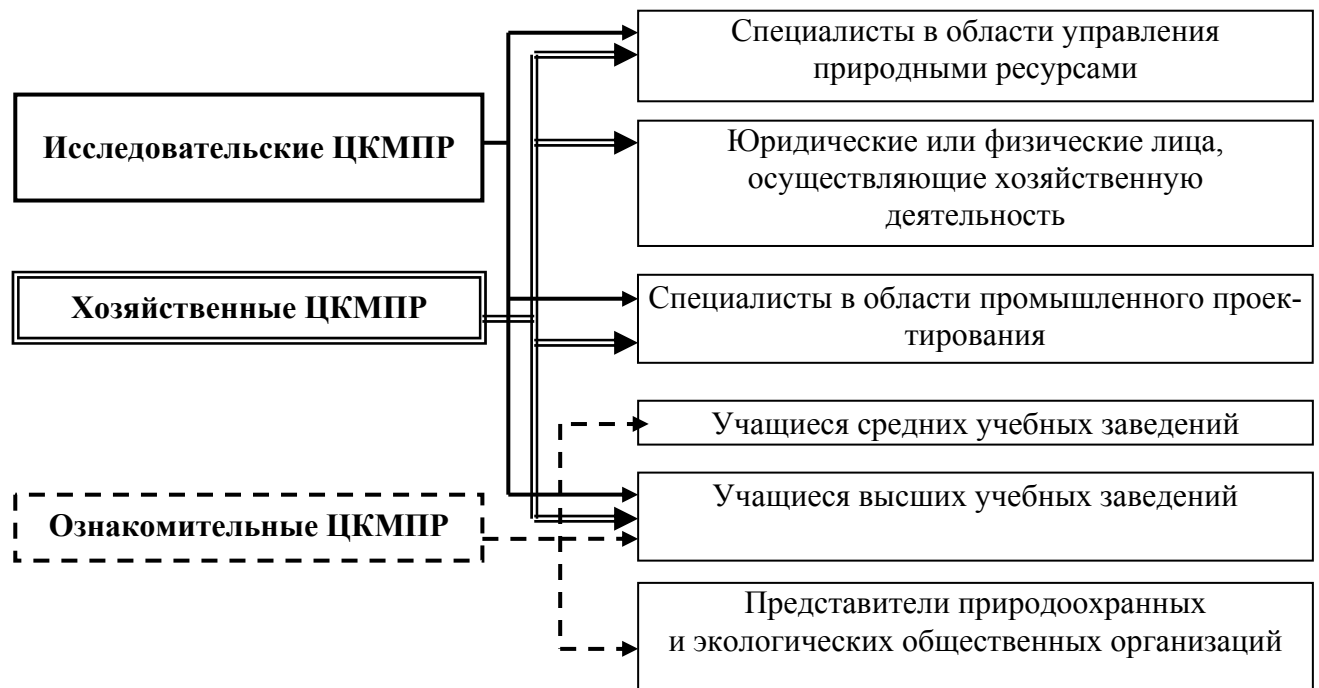


Рисунок 3.6 – Типы ЦКМПР, выделяемые по информационному признаку, и их пользователи

3.4 Источники общегеографических и тематических данных для создания системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона

Цифровая общегеографическая основа для системы ЦКМПР региона.

Современный уровень развития информационных технологий и вычислительной техники обуславливает возможность получения широкого спектра разнообразных данных о природных ресурсах. Как показал анализ современной информационной основы природно-ресурсного картографирования, выполненный в 1-м разделе диссертационной работы, основная часть природно-ресурсных данных собирается в ходе дистанционного зондирования Земли, а также ведения государственных кадастров. Несколько меньший объем данных собирается при ведении государственной статистики природных ресурсов, однако эти данные играют важную роль для выявления показателей использования природного ресурса. Также следует отметить необходимость современной информации об общегеографических объектах региона, которые служат основой для локализации природно-ресурсных данных.

В целом, особенности использования источников исходных данных при создании системы ЦКМПР региона можно представить следующим образом (рисунок 3.7) [301].

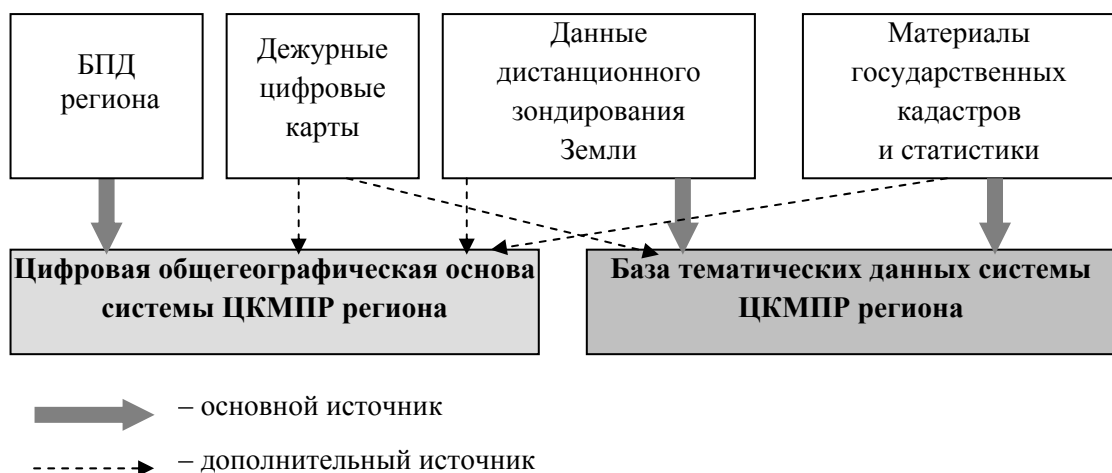


Рисунок 3.7 – Источники для создания системы ЦКМПР региона

БПД, используемые для создания системы ЦКМПР региона, должны соответствовать принятому Национальному стандарту [181] и включать в себя поверхностные водные объекты, границы единиц кадастрового деления территории (кадастровых округов, районов и кварталов), границы земельных участков и лесных кварталов, объекты транспортной сети, особо охраняемые природные объекты, границы политико-административного территориального деления.

Для обеспечения современности и достоверности данных применительно к цифровой общегеографической основе системы ЦКМПР региона необходимо соблюдать следующие требования:

а) БПД, используемые для создания системы ЦКМПР региона, должны быть достоверны, т. е. получены от юридически значимого поставщика пространственных данных, отвечающего за их полноту, современность и актуальность. Согласно [181], таковым поставщиком является «субъект, в отношении которого законодательством Российской Федерации установлена обязанность (дано право) предоставления пространственных данных для совершения юридически значимых действий»;

б) базовые пространственные объекты (БПО), входящие в состав БПД, должны отображаться на ЦКМПР выборочно. В категорию БПО, подлежащих показу на ЦКМПР, предлагается включить следующие виды объектов:

- 1) единицы территориального деления;
- 2) объекты кадастрового деления территории;
- 3) границы лесных кварталов;
- 4) поверхностные водные объекты;
- 5) объекты транспортной сети;
- 6) особо охраняемые природные объекты.

Входят в БПД и используются при построении ЦКМПР, но не отображаются на ее готовом варианте следующие виды БПО:

- геодезические пункты;
- территории, создание и предоставление пространственных данных которых регламентировано в законодательстве Российской Федерации требованиями к государственной тайне;

– строения (здания).

Учитывая скорость, с которой изменяется ситуация на территориях с активно ведущимся природопользованием, БПД для системы ЦКМПР региона должны регулярно (не реже одного раза в год) обновляться по следующим авторитетным данным:

– дежурные цифровые карты, созданные на данный регион организациями, имеющими государственную лицензию на ведение топографо-геодезических и картографических работ;

– материалы мелкомасштабной (1 : 30 000–1 : 200 000) аэросъемки или региональной (1 : 500 000–1 : 1 000 000) космической съемки в видимом (0,4–0,7 мкм) диапазоне, полученные организациями или предприятиями, имеющими государственную лицензию от Российского авиационно-космического агентства на ведение аэрокосмической съемки. На сегодняшний день в России такими поставщиками являются ЗАО «Совинформспутник» и ИТЦ «Сканэкс».

Принципы формирования базы тематических данных системы ЦКМПР региона.

Природно-ресурсный потенциал является материальной основой для экономического и социального развития региона. Однако данный показатель постоянно изменяется в процессе природопользования, что обусловлено как истощением отдельных видов природных ресурсов из-за их нерационального использования, так и вовлечением в народнохозяйственный оборот новых видов природных ресурсов благодаря научно-техническому прогрессу.

Информированность региональных руководящих органов о состоянии природно-ресурсного потенциала и о тенденциях в его изменениях – это обязательное условие ведения эффективного и рационального природопользования на территории региона, обеспечения роста благосостояния населения и успешной защиты окружающей среды от загрязнения и деградации в ходе производственной деятельности [199, 251]. Поэтому в ходе проектирования системы ЦКМПР региона необходимо с особым тщанием подойти к решению вопросов, связанных с формированием тематического содержания создаваемых ЦКМПР.

Учитывая ориентированность системы ЦКМПР региона на специалистов в области управления природными ресурсами, картографическое отображение природно-ресурсного потенциала в среде ГИС должно опираться на следующие принципы [299, 300, 301]:

Принцип 1. Современность и достоверность данных о природных ресурсах, предоставляемых пользователю системы ЦКМПР региона.

Принцип 2. Наглядность и понятность пользователю результирующих ЦКМПР, предоставляемых ему в ответ на запрос.

Принцип 3. Удобство работы пользователя с ЦКМПР, полученной по запросу.

К геометрической точности ЦКМПР предъявляются следующие требования:

- геометрическая точность локализации объектов тематического содержания, наносимых по данным ДЗЗ, должна соответствовать масштабу создаваемой ЦКМПР;

- геометрическая точность локализации объектов тематического содержания, наносимых по данным Росстата, должна соответствовать точности локализации БПО, к которым привязываются соответствующие данные Росстата.

При формировании массива показателей для наполнения тематической подсистемы ЦКМПР региона необходимо соблюдать следующие требования:

- следует охватить все основные виды природных ресурсов в соответствии со сферами ведения Министерства природных ресурсов РФ (водные, лесные, минеральные (недропользование)) и основной сферой ведения Росреестра (земельные ресурсы) [302];

- каждый вид природного ресурса необходимо охарактеризовать определенным количеством показателей, наиболее репрезентативных с точки зрения соответствующих отраслей экономики (например, для лесной промышленности более репрезентативным является показатель лесистости, чем показатели биоразнообразия территории), а также с позиций оценки нарушенности ресурса или вмещающих его экосистем в результате техногенной деятельности [212, 213];

- массив показателей, определяемых по данным ДЗЗ, должен быть согласован со статистическими показателями, которые используются Росстатом в офици-

альной отчетной документации и являются информационной базой при планировании и проведении региональных мероприятий по развитию отраслей экономики и охране природных ресурсов.

Роль данных ДЗЗ в формировании базы тематических данных системы ЦКМППР региона.

Высокое значение космических снимков как обзорного и оперативного средства получения исходных данных о состоянии природных ресурсов было оценено картографами еще в 70-х гг. XX в., в период становления ДЗЗ как самостоятельной научной отрасли. Исследователями были обоснованы возможности использования в природно-ресурсном картографировании современных для того времени разновидностей материалов ДЗЗ: черно-белых, полученных в видимом и ближнем инфракрасных диапазонах [108, 148, 327], а также цветокодированных изображений, полученных путем синтеза материалов многозональной съемки [6, 93, 107, 140]. По мере технологического развития отрасли, совершенствования спутниковой и фотографической аппаратуры значительно возросло разнообразие получаемых материалов ДЗЗ с точки зрения пространственного и спектрального разрешения, расширилась сфера применения результатов тематического дешифрирования [37, 93, 284]. Это обусловило необходимость регламентации использования различных видов данных ДЗЗ при разработке картографического обеспечения природопользовательских и природоохранных мероприятий. В этих целях специалистами Восточно-Сибирского Научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ВостСибНИИГГиМС) и инженерно-технологического центра «Сканэкс» был разработан «Классификатор тематических задач, решаемых с помощью материалов дистанционного зондирования Земли» [127].

С учетом вышеописанного опыта использования данных ДЗЗ в природно-ресурсном картографировании и результатов анализа характера представления статистической информации о природных ресурсах, Росстатом был сформирован примерный перечень показателей картографирования состояния природных ресурсов, получение которых целесообразно по данным ДЗЗ (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Примерный перечень показателей картографирования, получаемых по данным ДЗЗ для формирования базы тематических данных системы ЦКМПР региона

Вид природного ресурса	Объект картографирования	Показатели картографирования, определяемые по данным ДЗЗ	Детальность съемки	Спектральный диапазон, мкм
Водные ресурсы	Водоемы и водотоки	Площадь и конфигурация водных объектов	1 : 200 000	0,4–0,8
Земельные ресурсы	Земельные участки	Содержание гумуса	1 : 200 000	0,55–0,58; 0,62–0,72; 0,8–1,0
		Площадь и размещение угодий, культур, паров, пастбищ	1 : 200 000	0,4–1,1
	Нарушения почвенного покрова	Размещение и площадь солончаков, участков дефляции, песчаных массивов, болот и заболоченных участков, деградированных кормовых угодий	1 : 200 000	0,4–1,1
Минеральные ресурсы	Месторождения угля, нефти, газа	Местоположение и конфигурация	1 : 500 000 1 : 200 000	0,4–1,1; 1,55–1,75; 2–3; 10,4–12,6
	Рудные месторождения	Местоположение и конфигурация	1 : 500 000 1 : 200 000	0,4–1,1; 1,55–1,75; 2–3; 10,4–12,6
	Объекты недропользования	Местоположение объекта	1 : 200 000	0,4–1,1
Леса и ООПТ	Границы лесных массивов	Площадь леса, лесистость	1 : 2 500 000 1 : 1 000 000 1 : 200 000	0,4–1,1
	Лесные участки	Границы и площадь участков, классы лесов по породному составу, площадь и размещение редколесий и ветровалов	1 : 200 000	0,4–1,1
	Лесопользователи	Площадь и размещение вырубок, объекты строительства и участки рубок в водоохранной зоне	1 : 200 000	0,4–1,1

Как видно из таблицы 3.3, данные ДЗЗ применяются для выявления следующих характеристик природно-ресурсных объектов:

– наличие в пределах региона и особенности пространственной локализации определенного вида природного ресурса или связанного с ним промышленного

объекта, эксплуатирующего данный ресурс (земельные участки, лесные массивы, объекты недропользования и т. п.);

– наличие в пределах региона и особенности пространственной локализации участков местности, на которых отмечается ярко выраженная деградация природного ресурса по естественным или техногенным причинам (гари, вырубки, солончаки и т. п.);

– качественные характеристики вышеперечисленных объектов (вид произрастающих на земельном участке культур, тип почв, тип растительности и пр.);

– геометрические и топологические характеристики вышеперечисленных объектов (площадь и периметр; протяженность (при локализации объекта на линии); показатели близости или примыкания к другим объектам местности).

Наиболее подходящий масштаб съемки для характеристики природных ресурсов 1 : 200 000, а спектральный диапазон 0,4–0,7 мкм или 0,4–1,1 мкм, то есть в основном используются изображения, полученные в видимом и в ближнем инфракрасном диапазонах. Спектральные характеристики иных диапазонов (среднего и дальнего инфракрасного) рекомендуется использовать только при фиксации состояния минерально-сырьевой базы (в силу особенностей залегания этого вида ресурсов под поверхностью Земли).

Роль данных кадастра природных ресурсов в формировании базы тематических данных системы ЦКМПР региона.

Как отмечалось ранее, в России отсутствует единый кадастр природных ресурсов, обеспечивающий максимально полный и достоверный учет современных и непротиворечивых данных о показателях наличия, состояния и использования природных ресурсов территории. Существующие системы государственных кадастров, охарактеризованные в 1.2, фиксируют весьма широкий перечень природно-ресурсных показателей, однако эффективность их деятельности снижается слабой налаженностью межорганизационного информационного обмена, что провоцирует разночтения в собранных данных и осложняет их сопоставление. Тем не менее, благодаря четко отработанным схемам внутриотраслевого сбора данных, совре-

менные государственные кадастры и реестры РФ являются, наряду с данными ДЗЗ, основным источником тематических данных для природно-ресурсного картографирования в целом и создания системы ЦКМПР региона в частности.

Анализ существующих принципов и официально утвержденных методик сбора данных при ведении государственных кадастров, выполненный в 1.2, позволил сформировать следующий перечень показателей картографирования для создания ЦКМПР на основании кадастровой отчетности (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Примерный перечень показателей картографирования, определяемых по данным государственных кадастров для формирования базы тематических данных системы ЦКМПР региона

Вид природного ресурса	Объект картографирования	Показатели картографирования, определяемые по данным кадастра природных ресурсов
Водные ресурсы	Водоемы и водотоки	Название водоема или водотока, границы водохозяйственных участков, показатели минерализации воды, площадь водосбора (км ²)
	Предприятия-водопользователи и водопотребители	Объемы водопотребления и водоотведения (м ³)
Земельные ресурсы	Земельные участки	Распределение земель по категориям (тыс. га), распределение земель по формам собственности (тыс. га), показатели кадастровой стоимости земли (руб./м ²), распределение сельскохозяйственных угодий по категориям (тыс. га), динамика площадей сельскохозяйственных угодий
	Мелиорируемые земли	Площадь мелиорируемых земель (га), оценка состояния земель (баллы)
	Предприятия-землепользователи	Категории хозяйствующих субъектов, использование сельскохозяйственных земель по категориям (тыс. га)
Минеральные ресурсы	Месторождения и проявления полезных ископаемых	Регистрационный номер, название, категория запасов, геологические запасы (тыс. т)
	Месторождения подземных вод	Регистрационный номер, название, показатели минерализации
	Объекты недропользования	Наименование недропользователя, объемы добычи полезного ископаемого (тыс. т), динамика добычи по годам, площадь некультивированных территорий (га), затраты на рекультивацию (млн. руб.)

Окончание таблицы 3.4

Вид природного ресурса	Объект картографирования	Показатели картографирования, определяемые по данным кадастра природных ресурсов
Растительные ресурсы	Лесные участки	Группы леса по хозяйственному использованию, возрастные группы леса, категории защитности лесов, породный состав (%), площади различных категорий и групп лесов (тыс. га), лесистость (%), запас древесины (млн. м ³), расчетная лесосека (млн. м ³), фактическая лесосека (млн. м ³), площади рубок различных категорий (тыс. га)
	Нелесные земли	Категории нелесных земель, их площади (тыс. га)
	Редкие, исчезающие, охраняемые виды растений	Ареалы распространения редких, исчезающих, охраняемых видов растений
	Лесопользователи	Наименование, площадь эксплуатируемого участка (га), объем лесозаготовок (млн. м ³)
	Объекты лесовосстановления	Площадь (га), породный состав, затраты (тыс. руб.)
Фаунистические ресурсы	Охотничьи хозяйства	Название и границы охотничьих хозяйств, виды представленных в хозяйстве животных, местоположение ареала обитания отдельных видов; примерная численность особей (шт.)
	Редкие, исчезающие, охраняемые виды животных	Ареалы распространения редких, исчезающих, охраняемых видов животных

Как видно из таблицы 3.4, данные государственных кадастров обеспечивают характеристику как запасов природных ресурсов, так и особенностей их использования в народном хозяйстве. Они могут применяться для определения следующих параметров природно-ресурсных объектов:

- идентификационные характеристики природно-ресурсных объектов и природопользователей (названия месторождений, кадастровые номера земельных участков, наименования лесоэксплуатационных организаций и т. п.);
- качественные и количественные характеристики природного ресурса, их динамика в пространстве и во времени (вид и запасы полезного ископаемого, тип лесной растительности, лесистость и т. д.);
- показатели эксплуатации ресурса (объемы изъятия ресурса, динамика изъятия и пр.);

– масштабы и стоимость рекультивационных работ, призванных компенсировать ущерб, нанесенный эксплуатируемому ресурсу и вмещающей его экосистеме в ходе природопользования.

Разнообразие данных, предоставляемых государственными кадастрами, дает основание рассматривать кадастровые сведения как основной исходный источник для формирования базы тематических данных системы ЦКМПР региона. Однако следует заметить, что данные кадастров обновляются один раз в год, поэтому для актуализации кадастровых сведений о природных ресурсах внутри отчетного года необходимо использовать свежие данные ДЗЗ.

Роль данных государственной статистики в формировании базы тематических данных системы ЦКМПР региона.

В настоящее время Росстатом предпринимаются значительные усилия для расширения удаленного доступа широкого круга пользователей к своим данным. Этому способствуют такие мероприятия, как разработка собственной статистической ГИС [254], модернизация официального сайта Росстата в сотрудничестве с компанией IBS [310], web-публикация данных Всероссийских переписей в интерактивных интерфейсах [75] и пр. Это упрощает задачу выбора показателей картографирования при формировании базы тематических данных системы ЦКМПР региона по данным государственной статистики. В таблице 3.5 приведен перечень показателей картографирования для создания ЦКМПР на основании статистических данных формы 2-ТП, обязательной для ежегодного заполнения природопользователями РФ.

Как видно из таблицы 3.5, данные государственной статистики позволяют оценить интенсивность и динамику использования природного ресурса, а также охарактеризовать работы по восполнению ущерба, понесенного ресурсом в результате его прямой или косвенной эксплуатации человеком. Характерная особенность этих данных заключается в том, что базы данных российской государственной статистики формируются по данным отчетности природопользователей. Это обуславливает ограниченный круг собираемых данных, а также менее высокую степень доверия к ним, вызванную субъективным ожиданием, что природопользователь намеренно или невольно (например, в связи с недостаточной квали-

фикацией лица, ответственного за сдачу отчета в Росстат) предоставил недостоверные сведения, содержащие заниженные или устаревшие показатели использования природного ресурса. Однако следует отметить, что Кодекс РФ об административных правонарушениях [129], а также Закон РФ от 13.05.92 № 2761-1 [223] устанавливают ответственность за нарушение порядка представления государственной статистической отчетности. Кроме того, корректность подачи данных по форме 2-ТП [262] контролируется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования. Таким образом, есть все основания полагать, что степень достоверности данных государственной статистики достаточна для их включения в базу тематических данных системы ЦКМПР региона.

Таблица 3.5 – Примерный перечень показателей картографирования, определяемых по данным государственной статистики для формирования базы тематических данных системы ЦКМПР региона

Вид природного ресурса	Объект картографирования	Показатели картографирования, определяемые по данным государственной статистики
Водные ресурсы	Водоемы и водотоки	Удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ), класс качества воды в водоисточнике
	Предприятия-водопользователи и водопотребители	Объем забранной воды из водных объектов (л), объем использования свежей воды (л), объем сточных вод, сброшенных в водные объекты (л)
Земельные ресурсы	Земельные участки	Площадь земель различных категорий (тыс. га)
	Мелиорируемые земли	Площадь мелиорируемых земель (га), оценка состояния земель (баллы)
	Предприятия-землепользователи	Названия хозяйств, количество хозяйств различных форм собственности (шт.), площадь хозяйств различных форм собственности (га)
Минеральные ресурсы	Месторождения и проявления полезных ископаемых	Обеспеченность полезными ископаемыми (годы)
	Объекты недропользования	Уровень лицензированной добычи полезных ископаемых (тыс. м ³), динамика добычи полезных ископаемых по годам (тыс. м ³), остаток запасов полезных ископаемых на 01.01.2012 г. по категориям А+В+С ₁ +С ₂ (тыс. м ³)
Лесные ресурсы	Лесные участки	Площадь лесных земель (тыс. га), лесистость (%), породный состав леса, площадь ООПТ (га), обеспеченность территории государственными лесными заказниками (%)

Окончание таблицы 3.5

Вид природного ресурса	Объект картографирования	Показатели картографирования, определяемые по данным государственной статистики
Фаунистические ресурсы	Охотничьи хозяйства	Площадь охотничьих хозяйств (тыс. га), содержание охотничьих ресурсов в полувольных условиях и искусственно созданной среде обитания (в питомниках) (шт.), штатный состав сотрудников (чел), источники финансирования (тыс. руб.), затраты по отдельным направлениям охотхозяйственной деятельности (тыс. руб.), выручка от реализации продукции охоты и оказанных услуг (тыс. руб.)

Структура базы тематических данных системы ЦКМПР региона.

Проведенные исследования вклада разнородных источников исходных природно-ресурсных данных в формирование базы тематических данных системы ЦКМПР региона позволили сделать следующие выводы:

Вывод 1: все показатели картографирования, отображаемые на ЦКМПР, делятся на две группы:

- показатели состояния природного ресурса (запасы ресурса, качественные и количественные характеристики ресурса, нарушенность ресурса в результате воздействия неблагоприятных естественных или техногенных факторов);
- показатели использования природного ресурса (объемы и интенсивность изъятия природного ресурса из окружающей среды, затраты на рекультивационные мероприятия, призванные компенсировать ущерб, нанесенный ресурсу или вмещающей его экосистеме).

Вывод 2: объекты картографирования, отображаемые на ЦКМПР, также соответственно подразделяются на две основные группы:

- локальные участки местности, в пределах которых сосредоточен эксплуатируемый ресурс (реки, озера, леса, месторождения полезных ископаемых и т. п.). В основном эти объекты характеризуются площадной локализацией, реже – точечной и линейной. Именно к ним привязывается основная часть показателей состояния природных ресурсов;
- предприятия-природопользователи, которые ведут эксплуатацию картографируемого ресурса (сельскохозяйственные предприятия, лесхозы, горнодобы-

вающие предприятия и пр.). Для них характерна как точечная, так и площадная пространственная локализация. К ним осуществляется привязка значительной части показателей использования природных ресурсов.

На основании вышеизложенных выводов был составлен примерный перечень объектов и показателей картографирования природных ресурсов в системе ЦКМПП региона (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Примерный перечень объектов и показателей картографирования природных ресурсов в системе ЦКМПП региона

Объекты картографирования	Показатели картографирования и их единицы измерения		
	показатели состояния природного ресурса		показатели использования природного ресурса
	показатели запасов природного ресурса	показатели нарушенности природного ресурса	
НПРД «Водные ресурсы»			
Водоемы и водотоки	Геометрические и гидрологические характеристики. Запас воды в водоемностях (млн. м³). Показатели минерализации воды (мг/л)	Классы качества воды	
Предприятия-водопользователи и водопотребители			Объемы водопотребления и водоотведения (м³)
НПРД «Земельные ресурсы»			
Земельные участки	Распределение земель по категориям и формам собственности (тыс. га). Распределение угодий по категориям (тыс. га). формам собственности (тыс. га). Кадастровая стоимость земли (руб./м²). Содержание гумуса	Площадь (га) и состояние (балльная оценка) мелиорируемых земель. Размещение и площадь солончаков, участков дефляции, песчаных массивов, болот и заболоченных участков, деградированных кормовых угодий	
Предприятия-землепользователи			Использование сельскохозяйственных земель по категориям субъектов (тыс. га). Количество хозяйств различных форм собственности (шт.), площадь хозяйств различных форм собственности (га)

Окончание таблицы 3.6

Объекты картографирования	Показатели картографирования и их единицы измерения		
	показатели состояния природного ресурса		показатели использования природного ресурса
	показатели запасов природного ресурса	показатели нарушенности природного ресурса	
НПРД «Минерально-сырьевые ресурсы»			
Месторождения и проявления полезных ископаемых	Геологические запасы, промышленные запасы (тыс. т)		Обеспеченность полезными ископаемыми (годы)
Месторождения подземных вод	Запасы (тыс. м ³ /сут)	Показатели минерализации (мг/л)	
Объекты недропользования	Остаток запасов полезных ископаемых на 01.01.2014 г. по категориям А+ В+С1+С2 (тыс. м ³)	Площадь некультивированных территорий (га). Затраты на рекультивацию (млн. руб.)	Объемы добычи полезного ископаемого (тыс. т). Динамика добычи по годам (тыс. т)
НПРД «Биологические ресурсы»			
Лесничества	Площадь лесонасаждений по хозяйственным группам, категориям защитности, группам возраста (тыс. га). Лесистость (%). Запас древесины, расчетная лесосека (млн. м ³)	Площадь редколесий, ветровалов, гарей, вырубок и объектов строительства в водоохранной зоне (га)	Фактическая лесосека (млн. м ³), площади рубок различных категорий (га или тыс. га)
Объекты лесовосстановления	Площадь (га). Породный состав		Затраты на лесовосстановление (тыс. руб.)
Редкие, исчезающие, охраняемые виды растений	Ареалы обитания		
Растения-объекты лесных промыслов	Ареалы обитания		
Лесопользователи			Площадь эксплуатируемого участка (га). Объем лесозаготовок (млн. м ³)
Охотничьи хозяйства	Площадь охотхозяйств (тыс. га), численность охотничье-промысловых животных (шт.)	Количество животных, содержащихся полувольно и в питомниках (шт.)	Добыча охотничье-промысловых животных (шт.). Штат сотрудников (чел), выручка охотхозяйств (тыс. руб.)
Редкие, исчезающие, охраняемые виды животных	Ареалы обитания		

В соответствии с ранее разработанной структурой предметной подсистемы ЦКМПР региона (см. рисунок 3.4), база содержит информацию о четырех основных видах природных ресурсов: водных, земельных, минеральных и биологических.

Примерная структура базы тематических данных системы ЦКМПР региона представлена на рисунке 3.8. Как видно из рисунка 3.8, база формируется из значительного количества атрибутивных таблиц.

Описанию каждого ресурса посвящены две таблицы. В первую из них заносятся сведения о современном состоянии ресурса, особенностях его размещения, запасах и их характеристиках, нарушенности ресурса (если таковая имеется), а во вторую – сведения об использовании данного ресурса в народном хозяйстве (использование земель в сельском хозяйстве, объемы добычи полезных ископаемых и т. п.).

Общегеографическая информация хранится в отдельной таблице, которая, в соответствии с указанным в ГОСТ Р 53339-2009 [181] содержанием БПД, включает в себя идентификатор (порядковый номер) региона, информацию о населенных пунктах в границах региона, сведения о дорожной и речной сети и зонах ограничения. В зоны ограничения, в соответствии с принятой в России документацией экологического нормирования [39, 157, 226, 228, 314], включаются:

- санитарно-защитные зоны, снижающие влияние промышленных предприятий на жилую застройку;
- водоохранные зоны и полосы по берегам рек, озер и водохранилищ;
- округа санитарной (горно-санитарной) охраны курортов и лечебно-оздоровительных местностей;
- зоны санитарной охраны источников водоснабжения;
- водоохранные леса и лесополосы по берегам водных объектов.

Взаимосвязь между таблицами осуществляется посредством ключевого поля, содержащего идентификатор региона.

Приведенная структура базы тематических данных может развиваться и дополняться новыми атрибутивными таблицами в том случае, если необходимо дать более детальную характеристику отдельных показателей состояния или использования природных ресурсов. Пример подобной детализации приведен на рисунке 3.9.

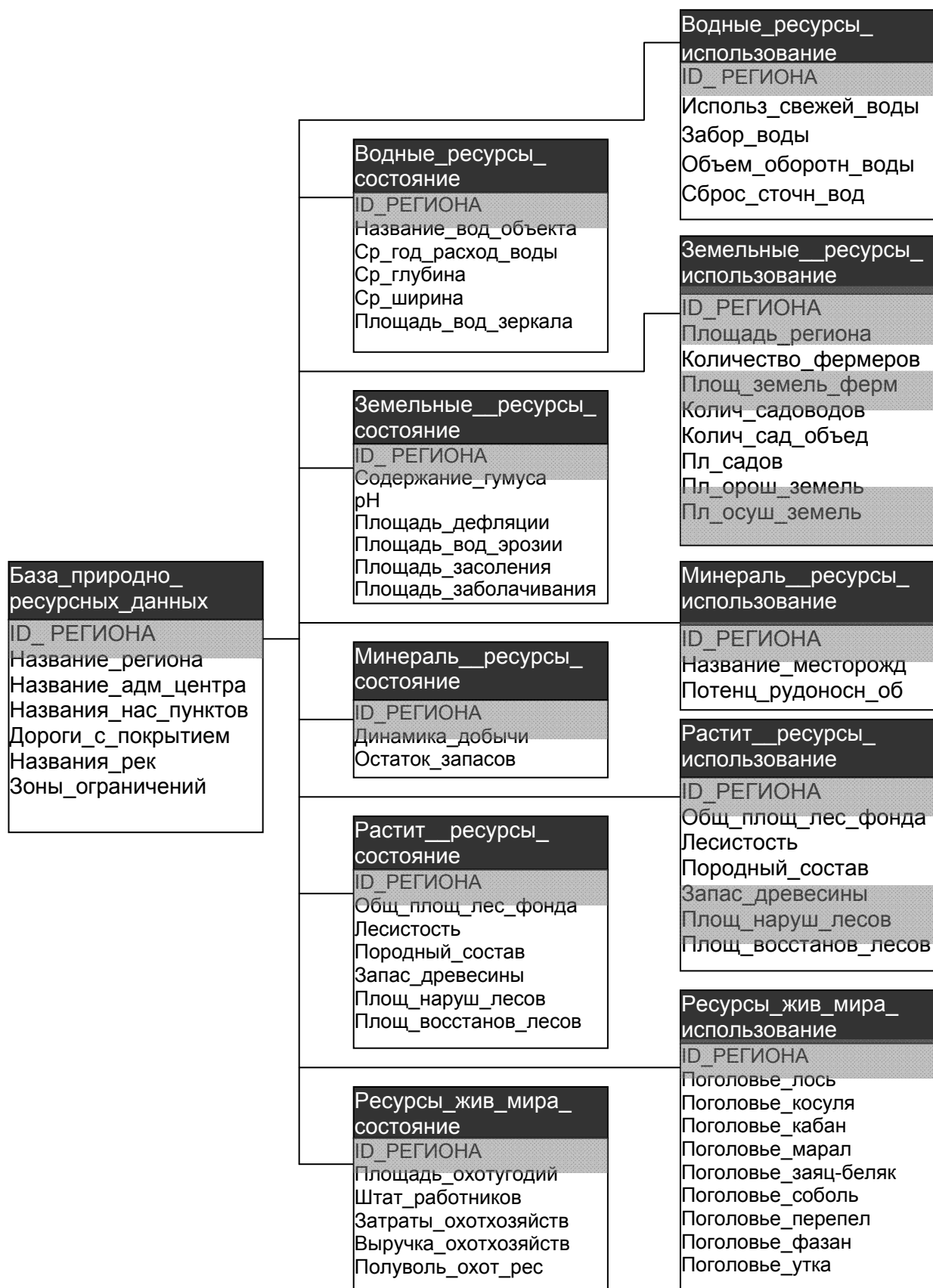


Рисунок 3.8 – Схема общей структуры базы тематических данных системы ЦКМПР региона

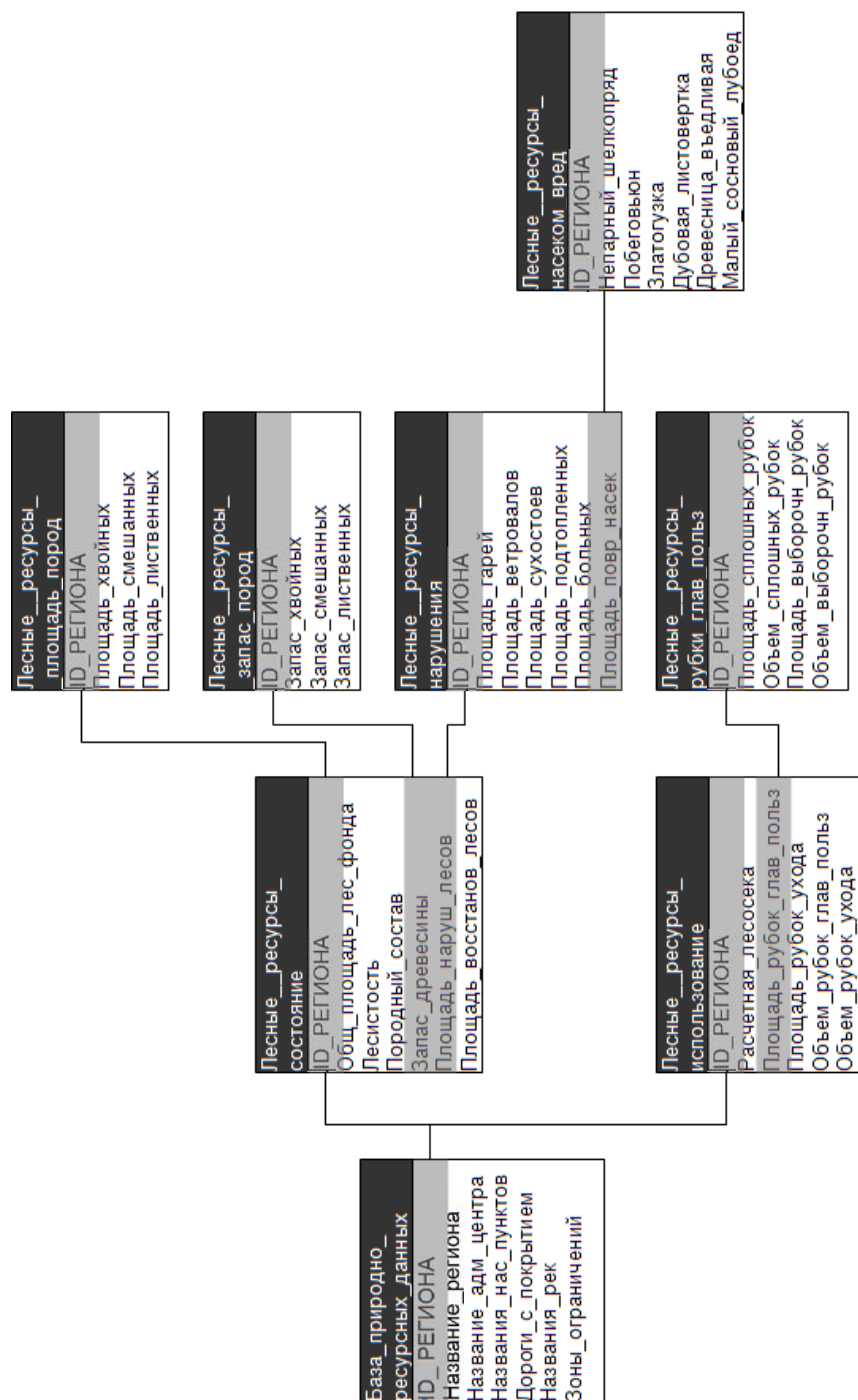


Рисунок 3.9 – Детализация структуры базы тематических данных системы ЦКМПР региона для характеристики лесных ресурсов

Таким образом, характеристика конкретного вида ресурсов в системе ЦКМПР региона не ограничивается общими показателями его состояния и использования, приведенных в двух соответствующих таблицах. Любое из полей

этих двух таблиц может быть раскрыто более детально (при наличии соответствующего массива данных). Например, показатель нарушенности лесов является ключевым полем для таблицы, содержащей характеристики различных видов нарушений (гари, сухостои, буреломы, повреждения насекомыми-вредителями и пр.). Каждый из перечисленных видов нарушений, в свою очередь, может быть раскрыт более подробно (например, повреждение леса насекомыми-вредителями конкретизируется в зависимости от вида насекомых и т. п.). Таким образом, иерархическая структура базы тематических данных системы ЦКМПР региона может наращиваться до тех пор, пока не иссякнет массив исходных данных, или пока ее усложнение не станет нецелесообразным. Например, информацию о площадях повреждения леса конкретными видами насекомых-вредителей не имеет смысла дополнять сведениями о биологических особенностях (численности популяции и пр.) самих вредителей, поскольку система ЦКМПР региона предназначена для решения задач по планированию использования основных видов природных ресурсов региона, а не для ведения лесопатологического мониторинга.

3.5 Интеграция разнородных природно-ресурсных данных в процессе создания системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона

Создание системы ЦКМПР региона требует интеграции широкого спектра разнородных природно-ресурсных данных. При этом необходимо учитывать, что пользователи ЦКМПР не имеют специального картографического образования и в большинстве своем владеют весьма небольшим опытом работы в ГИС и использования продуктов геоинформационного картографирования. Поэтому они нуждаются не только в массиве современных обновляемых пространственных данных, но и в удобном, интуитивно понятном инструментарии для сопоставления и анализа этих данных.

Разрешение этой проблемы представляется возможным через комплексное решение двух следующих задач [186, 197]:

- обеспечение современности базы данных системы ЦКМПР региона путем интеграции данных ДЗЗ, данных государственных кадастров и статистики в процесс создания ЦКМПР;
- сведение к минимуму участия пользователя в процессе создания ЦКМПР путем формализации процесса ее создания.

Это обеспечит современность информационной базы системы ЦКМПР региона и упростит принятие управленческих решений, требующих комплексного анализа с учетом взаимосвязей природных и социально-экономических процессов.

Процесс интеграции разнородных природно-ресурсных данных должен осуществляться с соблюдением следующих требований:

- учет иерархической соподчиненности различных типов природно-ресурсных данных в зависимости от полноты и достоверности, с которой они характеризуют картографируемый природный ресурс. Приоритетными считаются данные ДЗЗ, отображающие актуальные характеристики размещения природных ресурсов, которые используются в комплексе с данными государственных кадастров для уточнения качественных и количественных показателей состояния ресурсов. Данные государственной статистики выступают как вспомогательные и применяются для картографирования экономических показателей использования природных ресурсов, которые затруднительно охарактеризовать с помощью данных ДЗЗ;
- необходимость проведения предварительной тематической обработки используемых данных ДЗЗ для упрощения процесса их интеграции в базу данных создаваемой системы ЦКМПР региона;
- разнообразие форм представления созданной цифровой картографической модели природного ресурса пользователю (цифровая или электронная карта, картографическая анимация, картографическая 3D-модель или 3D-видеосцена).

Принципиальная схема интеграции данных ДЗЗ, государственных кадастров и статистики для создания конкретной ЦКМПР представлена на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Принципиальная схема интеграции разнородных природно-ресурсных данных при создании ЦКМПР

Процесс интеграции разнородных природно-ресурсных данных, представленный на рисунке 3.10, начинается с актуализации БПД региона по материалам ДЗЗ. Результатом этого действия является цифровая общегеографическая основа создаваемой ЦКМПР, отображающая современное состояние населенных пунктов, дорожной сети, границ и прочих общегеографических объектов картографируемого региона.

Данные ДЗЗ используются также для формирования тематической части ЦКМПР. Они подвергаются тематическому дешифрированию, результатом которого является совокупность цифровых картографических слоев, отображающих пространственное размещение природных ресурсов, и те качественные и количественные характеристики, которые возможно определить по данным аэрокосмической съемки (см. таблицу 3.3).

Основной массив качественных и количественных данных для более детальной характеристики картографируемого ресурса формируется с использованием данных государственных кадастров и статистики. Производится селекция данных в соответствии с темой и назначением создаваемой ЦКМПР и расчет дополнительных показателей (например, усредненных характеристик, показателей прироста или убыли ресурса и пр.). Сформированный массив данных визуализируется посредством методов и приемов пространственного анализа, и в результате образует вторую группу цифровых слоев.

Далее происходит комплексирование цифровой общегеографической основы и слоев, содержащих тематическую информацию о природных ресурсах. Этот процесс завершается оформлением полученного продукта в соответствии с нормами и правилами картографии. Результатом является ЦКМПР, характеризующаяся информативностью, актуальностью содержания и высоким качеством визуализации.

Интеграция разнородных природно-ресурсных данных является начальным и самым важным этапом в формировании базы тематических данных системы ЦКМПР региона. Корректность реализации этого процесса определяет полноту тематического содержания системы ЦКМПР региона, достоверность, современность и непротиворечивость представленных в ней сведений.

Как было показано в 2.2, система ЦКМПР региона является основным средством для картографической визуализации и предоставления пользователю нового знания о состоянии природных ресурсов региона при обращении к инфраструктуре ПРПД. Поэтому с технологической точки зрения процесс интеграции разнородных природно-ресурсных данных при создании системы ЦКМПР региона представляет собой совокупность следующих действий:

- селекция данных, необходимых для создания системы ЦКМПР региона, из внешних информационных массивов. Селекция производится в соответствии с перечнем показателей картографирования, определенных для ЦКМПР различ-

ных природных ресурсов (см. таблицу 3.6). В качестве внешних информационных массивов выступают фонды аэрокосмических снимков, материалы кадастровой или статистической отчетности на территорию региона;

– оценка репрезентативности выбранных данных, выявление недостающих или повторяющихся данных. При наличии разногласий в характеристиках одного и того же природно-ресурсного объекта, полученных из различных источников, конфликт приоритетности решается в соответствии с принципом соподчиненности данных, установленным в 3.5;

– заполнение базы тематических данных системы ЦКМПР региона в соответствии с разработанным перечнем показателей картографирования различных видов природных ресурсов. При необходимости на этом этапе может осуществляться геопривязка выбранных данных, если таковые изначально не имели координатной части.

Характер и особенности действий, осуществляемых над разнородными природно-ресурсными данными в ходе интеграционного процесса, во многом обуславливаются изначальной формой представления этих данных [197].

Наименьшую сложность представляет собой интеграционная обработка данных государственных кадастров. Эти данные могут быть представлены как в виде статистических массивов, сохраненных в рабочих форматах различных программных продуктов обработки и хранения данных (Excel, Matlab, Access, STATA, Oracle и т. п), так и в виде текстовых документов. Однако, как правило, кадастровая информация о природно-ресурсных объектах содержит сведения об их координатах, благодаря чему процесс их интеграции сводится к конвертации данных во внутренний формат используемой ГИС.

Данные государственной статистики зачастую хранятся и предоставляются так же, как и кадастровые данные, в виде статистических таблиц или в текстовом формате. Однако, в отличие от кадастровых данных, данные статистики лишены координатной части, поэтому особенностью их интеграционного процесса является обязательная геопривязка, нередко проводимая вручную. Тем не менее, про-

цесс геопривязки не представляет собой особой сложности, поскольку абсолютно все информационные элементы данных государственной статистики четко локализованы либо в границах административно-территориальных единиц, либо по адресам местонахождения организаций, ведущих природопользование и предоставляющих соответствующую отчетность. В обоих случаях геопривязка осуществляется путем установления соответствия статистических данных объектам БПД региона (административным районам, населенным пунктам или конкретным зданиям и сооружениям).

Наиболее сложной частью интеграционного процесса представляется интеграция данных ДЗЗ. Графическая форма их представления является причиной ряда проблем, таких, как несовпадение или некорректное представление картографической проекции, нарушенность или несогласованность структуры данных, отсутствие метаданных и пр. [197]. Интеграции данных ДЗЗ в технологические процессы геоинформационного картографирования сейчас уделяется много внимания; регулярно появляются новые решения и предложения, но зачастую они основаны на упрощении взаимодействия между программными продуктами, один из которых ориентирован на обработку данных ДЗЗ, а второй – на анализ и моделирование цифровой векторной информации (ГИС или САПР) [356, 398]. Однако такая схема усложняет процесс передачи промежуточных результатов между разными технологическими этапами, увеличивает продолжительность картографических работ и повышает их стоимость [186, 187, 197]. Поэтому необходимо обеспечить возможность создания ЦКМПР с использованием данных ДЗЗ без привлечения стороннего программного продукта. Это возможно при условии, что используемые данные ДЗЗ предварительно прошли тематическое дешифрирование.

Исходя из вышесказанного, принципиальная технологическая последовательность интеграции разнородных природно-ресурсных данных при создании системы ЦКМПР региона представляется следующей (рисунок 3.11 [214]).

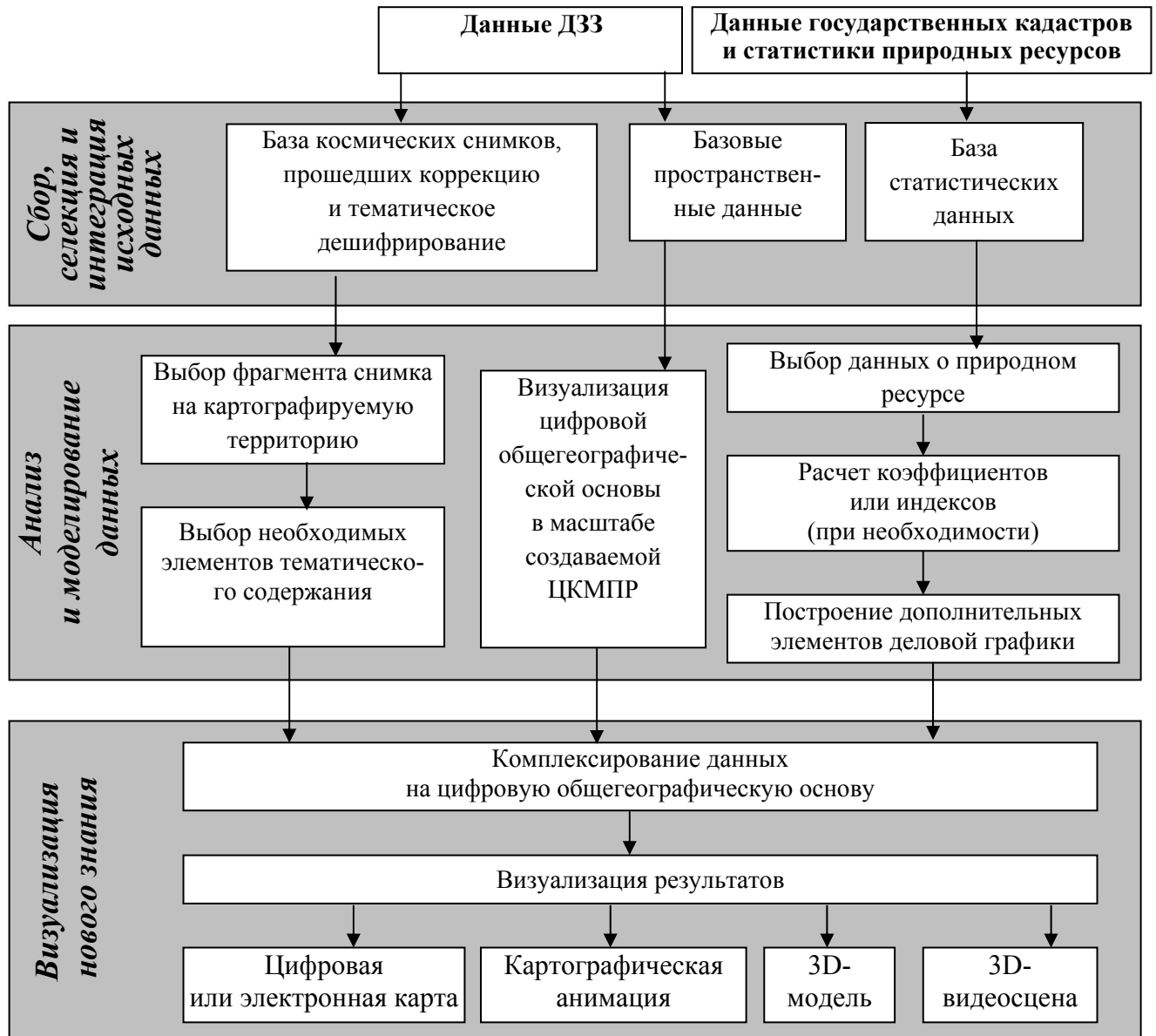


Рисунок 3.11 – Технологическая последовательность интеграции разнородных природно-ресурсных данных при создании системы ЦКМПР региона

Как видно из рисунка 3.11, действия по интеграции природно-ресурсных данных осуществляются в три потока. Первые два потока представляют собой действия по преобразованию данных ДЗЗ с целью формирования актуальной цифровой общегеографической основы ЦКМПР и части ее тематического содержания. Третий поток связан с обработкой данных государственных кадастров и статистики, которые формируют остальную часть тематического содержания ЦКМПР.

Селекция и оценка репрезентативности интегрируемых данных обо всей совокупности природных ресурсов региона осуществляются в подсистеме сбора, накопления и хранения данных. Подсистема обработки и анализа данных отвечает за формирование более узкого массива данных, раскрывающего тематическое содержание цифровой картографической модели конкретного природного ресурса. В подсистеме визуализации осуществляется последний шаг интеграционного процесса: объединенная визуализация цифровых слоев с тематическими и общегеографическими данными с учетом норм и правил оформления картографических произведений.

3.6 Использование системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона для информационного обоснования решений по управлению природными ресурсами

Функционирование любой системы подразумевает наличие набора входных параметров, оказывающих управляющее воздействие на систему, и выходных параметров, выражающих результаты процессов, протекающих внутри системы. Рассмотрение картографического произведения как системы позволяет определить в качестве перечня ее входных параметров исходные данные, собранные для характеристики картографируемых объектов и явлений, круг которых зависит от целей картографирования и требований пользователей. Выходными параметрами будут являться новые, ранее неизвестные пользователям знания о картографируемых объектах и явлениях, полученные путем интеграции и анализа исходных данных. Учитывая постоянное повышение популярности ГИС-технологий среди деятельного населения, и обусловленную этим адаптацию многих современных ГИС-продуктов и сервисов для широкого круга пользователей, это новое знание может быть не только сформировано картографом и предложено пользователю в готовом виде, но и получено пользователем самостоятельно, с применением простейших приемов пространственного анализа.

Входными параметрами системы ЦКМПР региона являются качественные и количественные показатели, характеризующие современное состояние и использование ресурсов природных компонентов региона в соответствии с примерным перечнем, приведенным в таблице 3.6. В качестве выходных параметров выступают визуализированные на ЦКМПР сведения, способствующие обоснованию мероприятий по планированию и управлению природопользованием региона. Эти сведения включают в себя ресурсообеспеченность территории, показатели интенсивности использования, воспроизводства и восстановления картографируемого ресурса, сроки возможной эксплуатации ресурса. На их основе разрабатываются мероприятия по развитию технической базы и инфраструктуры ресурсодобывающих и ресурсоперерабатывающих отраслей, коррекции структуры, темпов и объемов добычи и переработки ресурсов, воспроизводству ресурсов.

Структурный состав входных и выходных параметров системы ЦКМПР региона более подробно представлен на рисунке 3.12 [200].

Система ЦКМПР региона предоставляет пользователям возможность с помощью картографического метода исследования анализировать и моделировать природно-ресурсные данные, локализованные на цифровой общегеографической основе, в качестве которой выступают базовые пространственные данные региона. Таким образом, она обеспечивает информационную основу для комплексного использования ряда методов планирования природопользования: балансового метода, определяющего соотношение запасов и промышленных потребностей в ресурсе; программно-целевого, подразумевающего выявление наиболее результативных направлений регионального природопользования; аналитического, исследующего технико-экономическую эффективность и экологические последствия использования ресурсов; метода экономико-математического моделирования, заключающегося в разработке и анализе ряда различных сценариев развития регионального природопользования. Результаты моделирования предоставляются пользователям посредством визуализации на ЦКМПР.



Рисунок 3.12 – Обоснование решений по управлению природными ресурсами с использованием системы ЦКМПП региона

Выводы по 3-му разделу диссертационной работы:

– разработанная система ЦКМПП региона является инструментом для визуализации интегрированных разнородных природно-ресурсных данных средствами геоинформационного картографирования. Она обеспечивает существенное преимущество перед традиционными методами природно-ресурсного картографирования за счет визуализации интегрированных природно-ресурсных данных и повышает информационную полноту и достоверность регионального природно-

ресурсного картографирования, способствуя формированию информационной основы для детальной и объективной оценки состояния природных ресурсов региона;

– исследование классификационных признаков подсистем системы ЦКМПР региона позволило выявить разнообразие тематического содержания, практического назначения и конструктивных особенностей ЦКМПР, что обеспечивает возможность удовлетворения информационных потребностей различных групп пользователей;

– разработанная методика интеграции разнородных природно-ресурсных данных в системе ЦКМПР региона обеспечивает получение детальной, информативной и современной характеристики водных, земельных, минеральных, биологических ресурсов на основе комплексного использования трех основных видов исходных данных (данных ДЗЗ, государственных кадастров и статистики).

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

4.1 Роль цифровых картографических моделей природных ресурсов в геоинформационном моделировании природно-ресурсных данных

Как было показано в 2.1, ЦКМПР являются основным видом картографической продукции, предоставляемой пользователю при обращении с запросом к инфраструктуре ПРПД. Они используются как средство визуализации природно-ресурсных данных, запрошенных пользователем из базы тематических данных системы ЦКМПР региона, и, по сути, представляют собой конечный продукт, предоставляемый пользователю инфраструктуры ПРПД. Главная задача ЦКМПР заключается в предоставлении пользователю хорошо структурированной природно-ресурсной информации для обеспечения процесса анализа и принятия управленческих решений. Поэтому на первый план выступают вопросы степени участия пользователя в процессе создания результирующей ЦКМПР, а также вопросы использования принципов и положений картографической семиотики для обеспечения наглядности визуального представления запрошенных данных.

Специфика решения этих вопросов в значительной степени определяется конкретной категорией пользователей, для которых предназначены ЦКМПР, и кругом практических задач, которые будут решаться по этим ЦКМПР. Как было показано предыдущими исследованиями [206, 251, 389], низкая эффективность использования природно-ресурсных данных в России в немалой степени объясняется отсутствием программного продукта, универсального и доступного для региональных административных органов, регламентирующих процессы эксплуатации, охраны и воспроизводства природных ресурсов. Поэтому далее вопросы технологии интерактивного создания ЦКМПР будут рассмотрены на примере создания ЦКМПР для специалистов в области управления природопользованием.

4.2 Принципы формализации процесса создания цифровых картографических моделей природных ресурсов

Согласно классификации пользователей ЦКМПР, разработанной в 3-м разделе диссертационной работы и представленной на рисунке 3.6, специалисты в области управления природопользованием относятся к категории пользователей, не имеющих подготовки в области картографии и ГИС. При этом ими востребованы хозяйственные ЦКМПР, которые содержат ограниченный круг показателей, позволяющий оценить качественные, количественные и эксплуатационные характеристики природных ресурсов для решения четко определенного круга задач по развитию природопользования региона [198]. Учитывая ранее установленные требования, предъявляемые к ЦКМПР для специалистов в области управления природопользованием, становится очевидно, что в технологии создания данных ЦКМПР значительную роль будет играть процесс формализации картографического представления природно-ресурсных данных.

Формализация в общем случае понимается как представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации и пр.) в виде формальной системы или исчисления [29]. В настоящее время, с учетом повсеместного использования компьютерной техники и ГИС-технологий, формализация процессов создания картографических произведений является одной из актуальных задач картографии. Как отмечает ряд авторов [33, 114, 367], внедрение формальных процедур в картографические работы позволяет автоматизировать выполнение наиболее рутинных и трудоемких этапов создания картографической продукции, благодаря чему высвобождается время для экспериментов и творчества в области картографического моделирования и дизайна.

Формализация процесса создания ЦКМПР предполагает четкое пошаговое описание этого процесса, опирающееся на ряд принципов, которые определяют характеристики картографируемых показателей и методику создания модели [192]. Эти принципы заключаются в следующем:

– принцип стандартизации формулировок подразумевает минимизацию интеллектуальных затрат пользователя на формулировку запроса. Это достигается путем разработки типовых задач [179, 299, 301]. Типовые задачи аккумулируют в себе суть наиболее распространенных вариантов пользовательских запросов и ограничивают участие пользователя выбором показателей картографирования, которые будут отражены на заранее сформированной цифровой картографической основе, и формы представления конечного результата. Прочие действия по созданию ЦКМПР осуществляются в ГИС в автоматическом режиме. Данный принцип значительно упрощает использование системы ЦКМПР региона специалистами в области управления природными ресурсами, привыкшими работать с готовыми картографическими продуктами, но не имеющими опыта в их создании [179, 191, 192];

– принцип статистической подверженности декларирует, что выполнение пользовательского запроса к системе ЦКМПР региона должно базироваться на использовании качественных и количественных показателей, официально утвержденных и принятых при ведении российской государственной статистики [218]. Данный принцип обеспечивает сопоставимость данных, собранных в разное время или в разных территориальных границах;

– принцип картографической рационализации подразумевает осуществление картографо-составительских и оформительских работ по созданию ЦКМПР без участия пользователя. Согласно данному принципу визуализация запрошенных данных осуществляется в ГИС в автоматическом режиме с учетом специфики локализации картографируемых объектов и явлений и сути отображаемых показателей [193, 218].

На основании вышеперечисленных принципов, а также с учетом ранее сформулированного примерного перечня объектов и показателей картографирования природных ресурсов в системе ЦКМПР региона (см. таблицу 3.6) была разработана логическая схема формализованного выполнения пользовательского запроса (рисунок 4.1) [214].

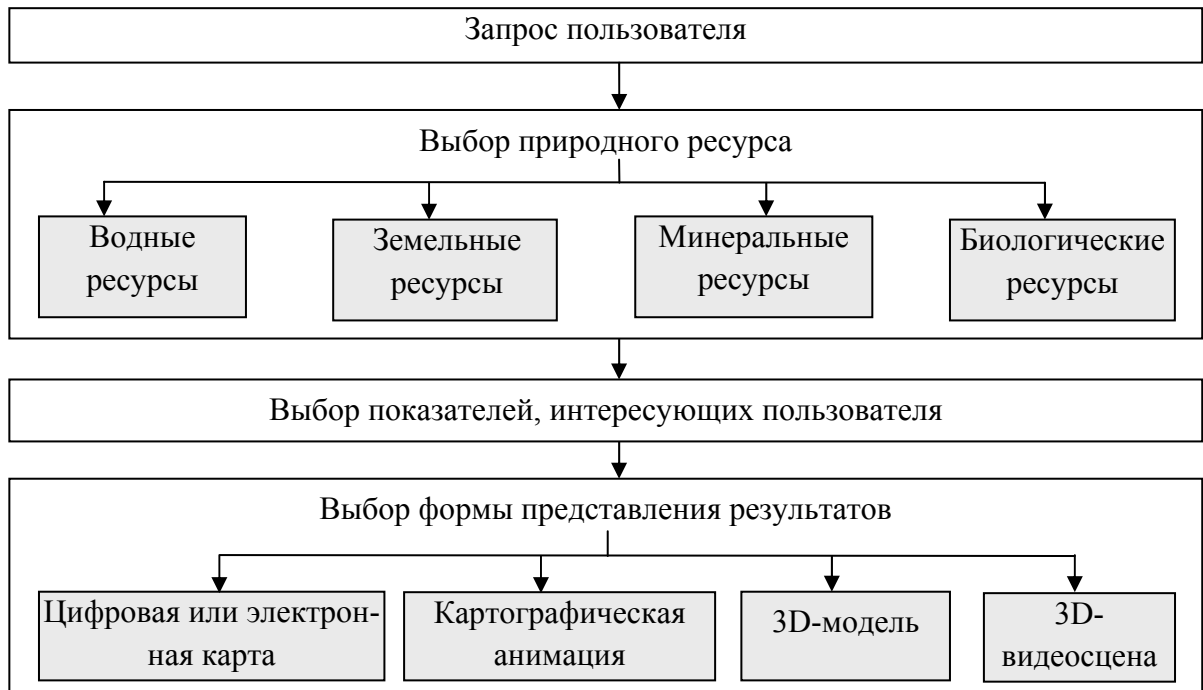


Рисунок 4.1 – Принципиальная последовательность выполнения формализованного пользовательского запроса при создании ЦКМПР

Таким образом, участие пользователя в создании ЦКМПР сводится к трехступенчатой формулировке пользовательского запроса. Сначала пользователь выбирает вид природного ресурса, информацию о котором он намерен получить, затем интересующие его показатели, характеризующие природный ресурс, и в завершение процесса – форму представления ЦКМПР. Это может быть двухмерное или трехмерное представление со статичными или динамичными условными обозначениями. Двухмерная ЦКМПР может быть представлена как в векторном формате (для пользователей, знакомых с возможностями ГИС и способных самостоятельно осуществлять дальнейший анализ созданной карты), так и в растровом (для пользователей, которым достаточно иметь наглядную иллюстрацию современного состояния природного ресурса).

Залогом успешной практической реализации формализованного выполнения пользовательского запроса является однозначная и логически корректная формулировка типовых задач, стоящих перед пользователем. Исследования показали [179, 299, 301], что все разнообразие пользовательских запросов при инте-

рактичном создании тематической карты может быть сведено к следующим четырём вариантам: определение плотности размещения объектов по территории; определение удельного веса объекта или явления; отображение структуры объекта или явления; отображение динамики изменения каких-либо показателей состояния объекта или явления. С учетом особенностей назначения и содержания ЦКМПР типовые задачи, решаемые пользователями с их использованием, сводятся к следующим:

- общее ознакомление с наличием, состоянием и использованием ресурса. В этом случае решение типовой задачи сводится к визуализации заранее определенного набора показателей, характеризующих размещение, запасы и объемы потребления картографируемого ресурса в пределах региона;

- определение ресурсообеспеченности. Расчет ресурсообеспеченности региона целесообразно выполнять, опираясь на имеющиеся сведения о запасах и потреблении ресурса. Для этого используется формула

$$R_i = \frac{Z_i}{P_i}, \quad (4.1)$$

где R_i – обеспеченность региона данным видом ресурса;

Z_i – показатель запаса ресурса (запас пресных вод, балансовый запас полезного ископаемого, расчетная лесосека и пр.);

P_i – среднегодовое потребление ресурса (объемы водопотребления, объем добычи полезного ископаемого, фактическая лесосека и пр.);

- изучение структурного состава ресурса (наличия и размещения категорий сельскохозяйственных угодий, групп возраста или породного состава лесов и пр.). Решение этой типовой задачи сводится к визуализации данных, заранее полученных по данным государственных кадастров и внесенных в тематическую базу данных системы ЦКМПР региона. Следует отметить, что данные о структурном составе ресурса могут быть выражены как в натуральных единицах измерения (тыс. га, млн. м³ и т. п.), так и в процентном соотношении; соответственно, поль-

зователь может потребовать предоставления информации как об абсолютных величинах тех или иных структурных подразделений ресурса, так и об их процентной доле. Пересчет показателей картографирования из натуральных величин в процентные следует производить по формулам (4.2) и (4.3):

$$R_i^{\%} = \frac{R_i^n \cdot 100\%}{R_0}, \quad (4.2)$$

где $R_i^{\%}$ – процентная доля данного структурного подразделения ресурса;

R_0 – общее количество ресурса в натуральном выражении;

R_i^n – доля данного структурного подразделения ресурса в натуральном выражении,

$$R_i^n = \frac{R_0 \cdot R_i^{\%}}{100\%}, \quad (4.3)$$

где R_i^n – доля данного структурного подразделения ресурса в натуральном выражении;

R_0 – общее количество ресурса в натуральном выражении;

$R_i^{\%}$ – процентная доля данного структурного подразделения ресурса;

– изучение динамики прироста/убыли или динамики потребления ресурса.

Решение этой типовой задачи может базироваться на готовых показателях динамики ресурса, заранее занесенных в базу тематических данных системы ЦКМПР региона, или на расчетных показателях, определяемых с учетом имеющихся показателей наличия и потребления ресурса. В последнем случае расчет выполняется по формуле (4.4) – для определения абсолютного прироста и по формуле (4.5) – для определения темпов прироста ресурса:

$$\Delta_R = UR_i - UR_{i-1}, \quad (4.4)$$

где Δ_R – абсолютный прирост природного ресурса;

UR_i – запас ресурса на данный период времени;

UR_{i-1} – запас ресурса на предыдущий период времени,

$$T_R = \frac{(UR_i - UR_0)}{UR_0} \cdot 100 \%, \quad (4.5)$$

где T_R – темп прироста природного ресурса (в процентах);

UR_i – запас ресурса на данный период времени;

UR_0 – запас ресурса на начальный период времени, начиная с которого рассматривается динамика ресурса.

4.3 Алгоритмизация выбора способов картографической визуализации запрошенных данных в географической информационной системе

Процесс интерактивного создания ЦКМПР подразумевает формализацию не только действий пользователя, но и действий ГИС по отображению запрошенных данных. Визуализация запрошенных пользователем данных и результатов их моделирования невозможна без применения способов картографического отображения. Их выбор осуществляется без участия пользователя. В таблице 4.1 приведены перечни способов картографического отображения, оптимальных для визуализации результатов решения всех четырех типовых задач.

Таблица 4.1 – Оптимальные способы картографического отображения для решения типовых задач в процессе интерактивного создания ЦКМПР

Форма локализации данных	Типовая задача 1 (визуализация современного состояния ресурса)	Типовая задача 2 (визуализация ресурсообеспеченности)	Типовая задача 3 (визуализация структуры ресурса)	Типовая задача 4 (визуализация динамики ресурса)
Точечная	Способ значков	Способ значков	Способ структурных значков, способ локализованных диаграмм	Динамические значки

Окончание таблицы 4.1

Форма локализации данных	Типовая задача 1 (визуализация современного состояния ресурса)	Типовая задача 2 (визуализация ресурсообеспеченности)	Типовая задача 3 (визуализация структуры ресурса)	Типовая задача 4 (визуализация динамики ресурса)
Линейная	Способ линейных условных знаков	Способ линейных условных знаков	Способ эпюр	Динамические линейные условные знаки
Площадная (в произвольных границах)	Способ качественного фона, способ ареалов, способ изолиний	Способ количественного фона, способ изолиний	Способ количественного фона, способ ареалов	Динамические условные обозначения (способ количественного фона, способ ареалов, способ изолиний)
Площадная (в границах административно-территориального деления)	Способ картограмм, способ картодиаграмм	Способ картограмм, способ картодиаграмм	Способ картодиаграмм	Динамические условные обозначения (способ картограмм, способ картодиаграмм)

При определении конкретного перечня способов отображения, которые будут использоваться на создаваемой ЦКМПР, необходимо учитывать следующие факторы:

- особенности пространственной локализации запрошенных данных;
- взаимная сочетаемость выбранных способов картографического отображения;
- максимальное количество показателей, одномоментно отображаемых на ЦКМПР;
- необходимость отображения структуры или динамики показателей картографируемого ресурса.

Рассмотрим более подробно влияние перечисленных факторов на процесс выбора способов картографического отображения при интерактивном создании ЦКМПР.

Особенности пространственной локализации запрошенных данных являются ключевым фактором, определяющим круг способов картографического отображения этих данных на ЦКМПР [193]. При этом необходимо учитывать вариа-

тивность способов картографического отображения, которая заключается в возможности использования различных способов для отображения одного и того же показателя картографирования. Например, общий запас водных ресурсов по административным районам региона может быть представлен как способом картограмм, подразумевающим использование фоновой окраски районов в разные оттенки заданного цвета, так и посредством способа картодиаграмм, который состоит в размещении в пределах каждого района небольшого картодиаграммного значка. Следует отметить, что условные знаки картодиаграмм будут занимать гораздо меньшую площадь, чем фоновая окраска административных районов, и, таким образом, оставят «свободное место» для визуализации каких-либо дополнительных показателей картографирования. Однако способ картограмм может оказаться более наглядным и удобным для восприятия пользователем. В таблице 4.2 более подробно охарактеризована взаимозаменяемость способов картографического отображения при различных вариантах локализации запрошенных данных [182].

Таблица 4.2 – Вариативность способов картографического отображения в зависимости от локализации запрошенных данных

Вариант локализации запрошенных данных	Используемые способы картографического отображения
Точечный	Способ значков; локализованные диаграммы; изолинии (при картографировании полей распространения явления)
Линейный	Линейные условные знаки; знаки движения (при картографировании пространственной динамики); способ ареалов (при увеличении масштаба картографирования или при построении буферных зон)
Площадной (в естественных границах)	Качественный фон; количественный фон; изолинии
Площадной (в границах административно-территориального деления)	Картограммы; картодиаграммы; точечный способ; локализованные диаграммы

Как видно из таблицы 4.2, каждый из четырех вариантов локализации запрошенных пользователем данных может быть визуализирован посредством минимум трех способов картографического отображения. Такое разнообразие ставит вопрос об условиях, регламентирующих процесс выбора способа отображения, и здесь необходимо учитывать второй фактор алгоритмизации: взаимную сочетаемость способов картографического отображения.

Вопросы выбора способов картографического отображения рассмотрены в ряде фундаментальных трудов [10, 30, 41, 161, 162, 177, 312, 381]. Внедрение геоинформационных технологий в повседневную практику картосоставительских работ обусловило актуальность адаптации традиционных положений и принципов картосемиотики к внутренней логике и технологическим возможностям ГИС [134, 135, 136]. При этом следует отметить отсутствие четкого однозначного определения понятия «взаимная сочетаемость способов картографического изображения», а также крайне малое количество исследований по оценке сочетаемости отдельных способов картографического изображения между собой с позиций картографической синтактики. В большинстве случаев при картосемиотических исследованиях использованные на карте способы отображения рассматриваются как единый комплекс и анализируются как единая графическая система. При этом вполне закономерно рассматриваются и оцениваются такие эмерджентные характеристики этой системы, как ее информативность и читаемость, но далеко не всегда уделяется внимание отдельным подсистемам условных знаков, формирующим картографическое изображение. Однако вопросы учета взаимной сочетаемости способов картографического изображения крайне важны при разработке технологических решений для интерактивного создания тематических карт. Отсутствие четких критериев и правил, регламентирующих выбор способов отображения данных, запрошенных пользователем, неизбежно приведет к тому, что картографическое произведение, сформированное по запросу пользователя, рискует превратиться в хаотичное нагромождение условных знаков, штриховок и заливок, не поддающееся

ся даже самому тщательному визуальному анализу. Поэтому понятие «взаимная сочетаемость способов картографического изображения» нуждается в более глубокой и детальной проработке.

Применительно к способам картографического изображения понятие «сочетаемость» можно определить как возможность передавать с применением данного способа затребованное пользователем количество информации о картографируемом объекте или явлении, занимая условными обозначениями минимальную площадь карты и оставляя максимум свободного пространства для размещения других систем условных знаков [182]. Из данного определения становится очевидным следующее:

– наилучшей сочетаемостью обладают те способы картографического отображения, условные знаки которых занимают ограниченную площадь карты, и размер этих знаков может быть изменен произвольно. Это способы значков, линейных условных знаков, картодиаграмм и локализованных диаграмм. В некоторых случаях в эту категорию можно отнести и знаки движения, если они имеют вид векторов, отображающих только направление движения и не несущих количественных характеристик. Следует отметить, что перечисленные способы подходят для использования при всех четырех вариантах пространственной локализации данных, приведенных в таблице 4.2;

– средней сочетаемостью обладают способы, условные знаки которых также занимают ограниченную площадь карты, но размер этих знаков не может быть изменен, поскольку они передают реальную площадь, занятую объектом или явлением. Это способы ареалов и изолиний (в том случае, если система изолиний покрывает не всю картографируемую территорию, а ее отдельный участок);

– наихудшая сочетаемость характерна для способов, которые можно назвать «площадными» или «фоновыми», поскольку их использование предусматривает сплошное заполнение картографируемой территории различными оттенками цвета или рисунками штриховки. Это способы качественного и ко-

личественного фона, способ картограмм, точечный способ, способ изолиний с послойной окраской.

Опора на приведенное ранжирование позволила сформулировать следующие требования к выбору способов картографического отображения при интерактивном создании ЦКМПР с позиций сочетаемости этих способов [196]:

- при выборе способа отображения для картографирования показателя, распространенного по всей площади региона, следует отдавать приоритет тем способам, которые не являются фоновыми;

- нужно избегать сочетания на одной ЦКМПР способа значков и способа картодиаграмм в силу их большого внешнего сходства и возможного затруднения пользователей при уяснении особенностей локализации данных, отображенных этими двумя способами;

- количество показателей, отображаемых фоновыми способами на данной конкретной ЦКМПР, не должно превышать двух. Совмещение трех и более систем заливок или штриховок резко ухудшит читаемость ЦКМПР.

Третьим фактором, влияющим на выбор способа картографического отображения, является максимальное количество показателей картографирования, одномоментно отображаемых на ЦКМПР.

В тематическом картографировании отсутствуют жесткие регламентации количества категорий объектов, явлений и характеристик, отображаемых на карте и раскрываемых в легенде. Учитывая то, что любое картографическое произведение создается для некоего конечного пользователя, количество картографируемых показателей не должно превышать количества информационных элементов, которые человек способен удержать в кратковременной памяти. Согласно исследованиям Дж. Миллера [383], такое количество элементов варьируется от пяти до девяти. Значение максимального количества тематических показателей, отображаемых на ЦКМПР, предлагается принять равным верхней границе этого диапазона, а именно – девять. Это решение обосновывается тем фактом, что содержание ЦКМПР включает в себя общегеографические объекты местности, условные обозначения которых

выглядят стереотипно, интуитивно понятны пользователю и отвлекают на себя минимум внимания. Более детальная характеристика количества общегеографических и тематических показателей, одновременно отображаемых на ЦКМПР, представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Максимальное количество показателей картографирования для различных форм представления ЦКМПР

Количество показателей картографирования	Форма представления ЦКМПР			
	2D, статичная	2D, динамичная	3D, статичная	3D, динамичная
Цифровая общегеографическая основа (базовое содержание/расширенное содержание)	2/4	2/4	2/4	2/4
Тематическое содержание (на базовой основе/на расширенной основе)	7/5	6/4	5/3	4/2
Общее количество показателей картографирования, одновременно отображаемых на ЦКМПР	9	8	7	6

Как видно из таблицы 4.3, максимальное количество показателей картографирования, одновременно отображаемых на ЦКМПР, колеблется от шести до девяти. Конкретное значение обуславливается формой представления ЦКМПР и степенью подробности отображения цифровой общегеографической основы.

Наиболее распространенной, и потому наиболее простой для восприятия пользователя формой представления картографической информации является двухмерное статичное изображение, поэтому для двухмерных статичных ЦКМПР количество показателей картографирования принято равным максимальному значению – «9». Однако сложность зрительного восприятия ЦКМПР нарастает по мере того, как к традиционному «плоскому» изображению добавляются «отвлекающие факторы», призванные повысить его наглядность (анимация, трехмерность, возможность изменения угла обзора цифровой картографической модели). Наиболее сложной для восприятия представляется трехмерная динамичная

ЦКМППР, так как в этом случае внимание пользователя будет отвлекаться не только «объемностью» представления данных, но и перемещением точки наблюдения в пространстве. Поэтому для таких ЦКМППР максимальное количество картографируемых показателей ограничено значением «6».

Что касается степени подробности отображения цифровой общегеографической основы, то, как было показано в 3.2, БПД системы ЦКМППР региона включают в себя весьма широкий перечень общегеографических объектов. Однако для раскрытия темы, запрошенной пользователем, визуализация абсолютно всех элементов БПД не является обязательной. Предлагается два варианта цифровой общегеографической основы системы ЦКМППР региона: базовый и расширенный, между которыми пользователь сможет переключаться по своему желанию. Базовое содержание цифровой общегеографической основы состоит всего из двух элементов: гидрографической сети и границ административно-территориального деления внутри картографируемого региона. Расширенное содержание включает в себя четыре элемента: гидрографическую сеть, населенные пункты, дорожную сеть и границы административно-территориального деления внутри картографируемого региона.

Последним, четвертым фактором, влияющим на выбор способа картографического отображения, является необходимость отображения структуры или динамики изменения картографируемого природного ресурса. Этот фактор накладывает следующие условия на формируемый перечень способов картографического отображения:

– если на ЦКМППР отображается показатель, характеризующий внутреннюю структуру ресурса, то для его визуализации должен быть зарезервирован способ картографического отображения, позволяющий отобразить такую характеристику (способ структурных значков для данных, локализованных в точках; способ картодиаграмм для данных, локализованных на площадях);

– если на ЦКМППР отображается показатель, характеризующий динамику запасов или использования ресурса, то для его визуализации также должен быть

зарезервирован соответствующий способ картографического отображения (способ локализованных диаграмм на статичных ЦКМПР, динамичные условные знаки на анимированных ЦКМПР).

Разработанная на основании вышесказанного схема алгоритма автоматизированного выбора способов картографического отображения при интерактивном создании ЦКМПР представлена на рисунке 4.2 [182, 196]. В ходе реализации алгоритма производится анализ каждого показателя картографирования, визуализация которого запрошена пользователем. Запрошенный показатель анализируется трижды: для выявления особенностей его пространственной локализации, для выявления необходимости отображения структуры картографируемого природного ресурса и для установления необходимости использования динамичных условных знаков для показа динамики ресурса. При выборе способа отображения показателя, локализованного на площади, проверяется условие, ограничивающее общее количество используемых фоновых способов отображения. В финале делается вывод о присвоении анализируемому показателю конкретного способа картографического отображения. Затем анализируется следующий показатель картографирования из списка показателей, выбранных пользователем. Общее количество циклов алгоритма соответствует количеству показателей картографирования, выбранных пользователем в процессе формулирования запроса.



Рисунок 4.2 – Схема автоматизированного алгоритма выбора способов картографического отображения при интерактивном создании ЦКМПР

4.4 Проектирование системы условных обозначений цифровых картографических моделей природных ресурсов

Система условных обозначений является важнейшим из элементов картографического интерфейса и единственным инструментом, с помощью которого пользователь может извлечь из картографического изображения необходимую ему информацию. Условные знаки должны быть не только информативными, но и наглядными и понятными пользователю. При разработке системы условных обозначений ЦКМПР учет аспектов картографической прагматики занимает особенно важное место, поскольку данный вид цифровых картографических моделей предназначен для пользователей, имеющих ограниченный опыт использования картографической продукции. Исходя из этого, при проектировании системы условных обозначений ЦКМПР должны соблюдаться следующие требования [196]:

- использование системного подхода к разработке принципов построения отдельных условных знаков и всей системы в целом. Системный подход в данном случае заключается в делении тематического содержания цифровой картографической модели на смысловые группы, внутри которых показатели картографирования сгруппированы в ряд наборов природно-ресурсных данных (НПРД), и постановке в соответствие каждой из этих групп – определенных графических особенностей;

- использование основного принципа дидактики – принципа наглядности – для формирования у пользователей ЦКМПР четкой ассоциации между условными обозначениями и объектами (явлениями), которые они отображают. Дидактический принцип наглядности заключается в опоре на реальные представления человека об изучаемом объекте или явлении [76];

- использование основных психологических законов восприятия и законов цветоведения для обеспечения хорошей читаемости и цветовой гармоничности оформления ЦКМПР.

Применение принципов системного подхода к разработке системы условных знаков ЦКМПР позволяет свести все разнообразие картографируемых тематических показателей к следующим четырем смысловым группам:

- показатели обобщенной характеристики современного состояния картографируемого ресурса;
- показатели современного состояния отдельных категорий ресурса (древесных пород, видов полезных ископаемых и т. п.);
- показатели использования ресурса;
- показатели защиты, охраны и восстановления ресурса.

Детальная проработка показателей картографирования тематического содержания ЦКМПР, результаты которой были представлены в таблицах 3.3–3.6, позволила сформировать перечень наиболее востребованных на ЦКМПР способов картографического отображения:

- способ картограмм и способ картодиаграмм – для картографирования показателей, локализованных в границах внутреннего административно-территориального деления региона;
- способ количественного фона – для картографирования территориального распространения различных категорий картографируемого ресурса, выделенных на основании количественного критерия (например, высота древостоя);
- способ изолиний – для отображения результатов пространственной интерпретации количественной характеристики ресурса, определенной в отдельных точках региона (например, содержание гумуса в почве);
- способ ареалов – для картографирования территориального распространения природных ресурсов, локализованных на ограниченной территории;
- способ значков – для отображения точечных хозяйственных объектов, связанных с эксплуатацией картографируемого ресурса (мест добычи полезных ископаемых, лесодобывающих предприятий и т. п.).

Приведенный перечень наглядно демонстрирует первую характерную особенность системы условных обозначений ЦКМПР: наиболее важной графической

переменной, передающей тематическую информацию на ЦКМПР, является цвет. Это обусловлено преобладанием среди способов картографического отображения, используемых на ЦКМПР, способов, основанных на применении заливок (штриховок), занимающих значительную площадь картографического изображения (а при использовании способа картограмм – всю площадь). Поэтому первостепенное внимание должно быть уделено проектированию цветового оформления условных обозначений. Цвет должен быть использован не только для выделения качественных различий между картографируемыми объектами, но и максимально вовлечен в передачу количественных характеристик. Для этого необходимо сформировать четкие критерии назначения определенных цветов и их оттенков разным категориям объектов и разным количественным градациям их характеристик.

Второй важной особенностью системы условных обозначений ЦКМПР является ее ориентация на конечного пользователя. Условные обозначения должны быть не только наглядны, но и не вызывать у пользователя затруднения при их локализации на карте. В этом аспекте важно решить проблему смешения немасштабных условных знаков и картодиаграммных значков. Для этого необходимо обеспечить четкое конструктивное отличие немасштабных условных знаков, используемых на ЦКМПР, от картодиаграммных значков, и обеспечить их четкую ассоциацию с внешним видом или сутью картографируемого объекта.

Колористические принципы проектирования системы условных обозначений ЦКМПР.

В отличие от прочих графических переменных, цвет на карте несет как информационную, так и эстетическую нагрузку. При разработке цветового решения картографического продукта важно соблюсти баланс между функциональностью цвета, т. е. его способностью передавать качественные и количественные параметры картографируемых объектов, и его ролью в гармонизации внешнего вида картографического изображения и формировании его восприятия как целостного и многопланового произведения.

Цветовое оформление традиционных бумажных карт в немалой степени ограничивалось особенностями технологии офсетной печати (количеством печатных красок, параметрами полиграфических растров, качеством бумаги и пр.). Современные программные продукты и технические средства визуализации цифровых графических данных позволяют использовать для оформления картографических произведений палитры, состоящие из десятков миллионов цветов. Однако не следует стремиться передать с помощью цвета абсолютно все картографируемые показатели. Более важно сформировать небольшой, но достаточный набор цветов, четко различающихся между собой, образующих гармоничные сочетания и ассоциирующихся у пользователя с сутью картографируемых явлений. Сделать это невозможно без опоры на колористические принципы, которые закладывают правила и закономерности проектирования цветового оформления картографического произведения.

Для разработки цветового решения ЦКМПР предлагаются следующие колористические принципы [196]:

а) принцип цветовой систематизации, который состоит в назначении базового цвета для каждого из НПРД, формирующих базу тематических данных системы ЦКМПР региона. Данный принцип позволяет сформировать общую цветовую палитру ЦКМПР и обеспечить ее гармоничность на начальном этапе разработки оформления ЦКМПР исходя из основных приемов теории цвета;

б) принцип цветовой ассоциации. Согласно этому принципу выбор базового цвета должен способствовать формированию у пользователя четкой ассоциации данного цвета с сутью или основными чертами картографируемого явления. Данный принцип продиктован дидактическим принципом наглядности, необходимость использования которого при разработке системы условных обозначений ЦКМПР была заявлена выше. Этот принцип обеспечивает наглядность создаваемой ЦКМПР и удобство пользователя при работе с ней;

в) принцип цветовой диверсификации заключается в использовании различных оттенков базового цвета для условных обозначений разных категорий объек-

тов, входящих в состав НПРД. Этот принцип обеспечивает относительную унификацию цветового оформления ЦКМПР, облегчает пользователю процесс получения информации с ЦКМПР и снижает риск создания неэстетичных картографических произведений;

г) принцип цветовой оптимизации. Согласно этому принципу определение параметров используемых цветов и их оттенков производится в цветовых моделях RGB и Hex. Данный принцип обеспечивает оптимальное визуальное качество колористического решения ЦКМПР с позиций наиболее распространенных в настоящее время форм представления картографических произведений: восприятие с монитора или публикация в глобальной сети Интернет.

Назначение базовых цветов – смысловых подгрупп заключается в том, что, согласно принципу цветовой диверсификации, они являются отправной точкой для проектирования цветового оформления тематических слоев, содержащих объекты из смысловых подгрупп.

Традиционно условные картографические обозначения подразделялись на фоновые элементы (участки картографического изображения, окрашенные в различные цвета) и штриховые элементы, состоящие из совокупностей точек или линий (внемасштабные и линейные условные знаки, подписи, а также штриховки, занимающие определенную область картографического изображения). Хотя современные технологии составления и издания карт значительно отличаются от традиционной, вышеописанная классификация элементов изображения сохраняется и на цифровых картографических произведениях. Поэтому обеспечение хорошей читаемости и красочной гармоничности оформления ЦКМПР достигается с использованием тех же правил проектирования оформления, которые применялись для бумажных карт: для фоновых элементов, занимающих значительную площадь карты, необходимо использовать более светлые оттенки цвета, для штриховых – более темные; густота рисунка штриховки должна соответствовать интенсивности передаваемой характеристики и т. п. [9, 25, 43, 154].

В таблице 4.4 представлено соотношение фоновых и штриховых элементов в каждом из способов картографического отображения, используемых на ЦКМПР, а также их роль в передаче картографируемого показателя. Серым цветом выделены элементы, несущие основную информационную нагрузку.

Таблица 4.4 – Графическая структура основных способов картографического отображения, используемых на ЦКМПР

Способ картографического отображения	Крупные фоновые элементы	Мелкие фоновые элементы	Штриховые элементы
Способ картограмм	+	-	+
Способ количественного фона	+	-	+
Способ изолиний	+	-	+
Способ картодиаграмм	-	+	+
Способ ареалов	-	+	±
Способ значков	-	±	+

Как видно из таблицы 4.4, в графической структуре способов картографического изображения выделяются три категории элементов: штриховые элементы, крупные фоновые и мелкие фоновые. К крупным фоновым элементам условно предлагается относить заливки картограмм, ареалов качественного и количественного фона, послойную окраску изолиний. К мелким фоновым элементам относятся заливки внемасштабных условных знаков, картодиаграммных значков, цветная окантовка линейных условных знаков. Штриховые элементы могут являться служебными (окантовка диаграммных значков, границы фоновых разностей и пр.) или нести тематическую нагрузку (например, при использовании внемасштабных значков, изолиний без послойной окраски или ареалов, показанных штриховкой).

Проектирование цветового оформления для каждой категории графических элементов характеризуется своей спецификой.

При проектировании цветового оформления крупных фоновых элементов координаты базовых цветов, используемых для заливок, рассчитываются в цветовой модели HSL (Hue, Saturation, Lightness), в которой в качестве цветовых координат выступают тон (H), насыщенность (S) и светлота (L). При этом базовый цвет, ус-

тановленный для смысловой группы или подгруппы показателей, назначается для верхней ступени шкалы картограмм, количественного фона или системы изолиний. Оттенки базового цвета для прочих ступеней шкал отличаются большей светлотой, поскольку данные способы отображения занимают обширную площадь карты и не должны затруднять читаемость прочих условных знаков.

Для расчета цветовых координат оттенков базовых цветов разработан математический аппарат, учитывающий закон Вебера – Фехнера. Согласно этому закону, для того, чтобы новый раздражитель отличался по ощущениям от предыдущего, его интенсивность должна отличаться от интенсивности предыдущего раздражителя на величину, пропорциональную предыдущему раздражителю. Исходя из этого была выведена формула (4.6) для расчета светлоты оттенков шкалы картограмм [196]:

$$L_i^K = L_6 + \frac{(i-1) \cdot L_6}{n}, \quad (4.6)$$

где L_i^K – светлота i -й ступени шкалы картограмм;

L_6 – светлота базового цвета;

i – номер ступени шкалы в нисходящем порядке (от верхней, самой темной, до нижней, самой светлой);

n – общее количество ступеней в шкале. Максимально возможное значение n рекомендуется принимать равным пяти, поскольку дальнейшее увеличение количества цветовых градаций в шкалах ухудшает их различимость.

Показатели тона и насыщенности для ступеней шкалы принимаются равными соответствующим значениям базового цвета. Далее полученные цветовые координаты пересчитываются из модели HSL в RGB по общепринятым схемам [342].

Определение координат цветовых оттенков для послойной окраски изолиний производится так же, как и для способов картограмм и количественного фона. Однако, поскольку система изолиний, как правило, включает в себя большее ко-

личество ступеней, «прирост» значения светлоты оттенков осуществляется на меньшую величину, чем в формуле (4.6). Расчет значений светлоты ступеней послойной окраски шкалы изолиний выполняется по формуле [196]:

$$L_i^И = L_6 + \frac{(i-1) \cdot L_6}{2n}, \quad (4.7)$$

где $L_i^И$ – светлота i -й ступени шкалы послойной окраски изолиний;

L_6 – светлота базового цвета;

i – номер ступени шкалы послойной окраски изолиний в нисходящем порядке (от верхней, самой темной, до нижней, самой светлой);

n – общее количество ступеней в шкале.

В таблице 4.5 приведен пример расчетов для показателя «Площадь защитных лесонасаждений» по формуле (4.7) с использованием цвета «Насыщенный зеленый» (RGB:(102, 255, 0)) в качестве базового. Количество ступеней картограммы было принято равным «3». Определение названий цветов и их координат осуществлялось с помощью онлайн-инструмента для подбора цветов и создания цветовых схем Colorscheme [100].

Таблица 4.5 – Результаты расчета цветовых координат для шкалы картограмм

i (порядковый номер ступени шкалы)	Оттенки цвета	Координаты цвета в цветовой модели HSL	Координаты цвета в цветовой модели RGB
1	Насыщенный зеленый (базовый цвет)	(96, 100 %, 50 %)	(102, 255, 0)
2	Оттенок 1	(96, 100 %, 67 %)	(154, 255, 87)
3	Оттенок 2	(96, 100 %, 84 %)	(206, 255, 173)

На рисунке 4.3 приведен пример цифровой картографической модели лесных ресурсов Новосибирской области, для оформления которой использовались оттенки, приведенные в таблице 4.5.

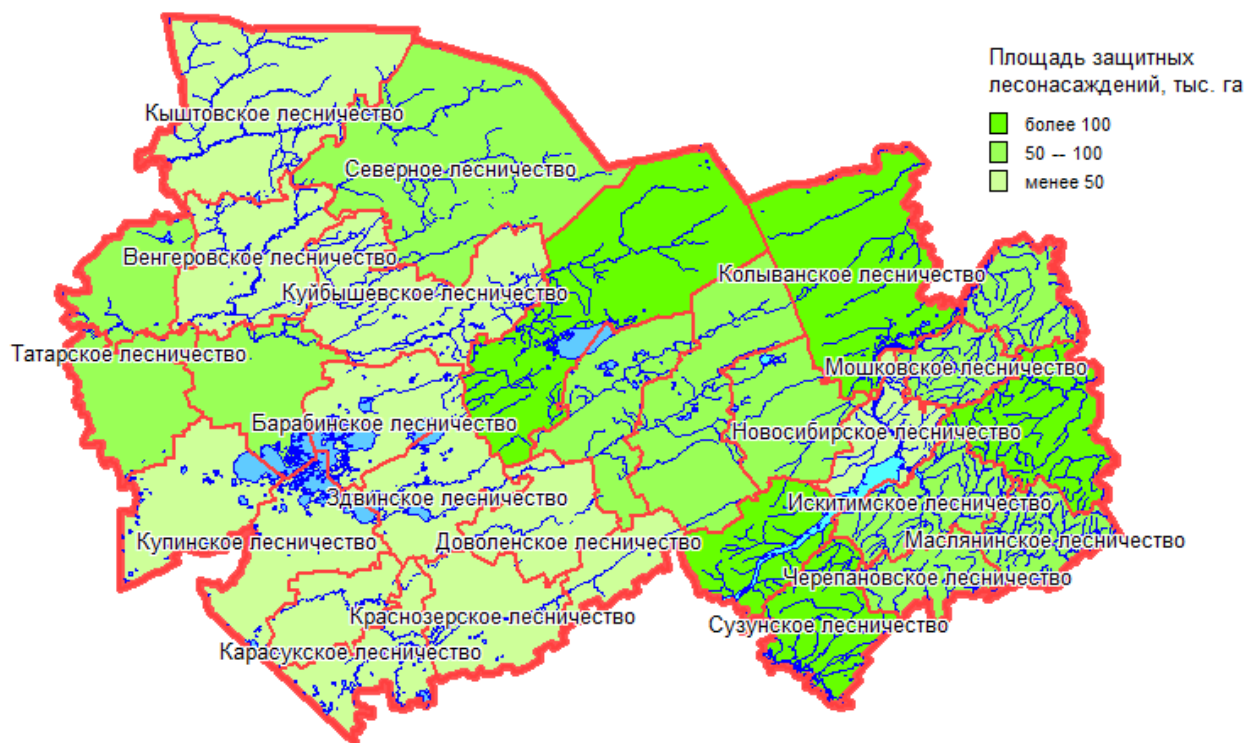


Рисунок 4.3 – Использование способа картограмм для картографирования площади защитных лесонасаждений

Вышеописанный принцип используется и для определения цветовых оттенков для мелких фоновых элементов (например, заливки картодиаграммных значков). Однако в данном случае дополнительные оттенки отсчитываются от базового цвета как в сторону осветления, так и в сторону затемнения. Используется формула [196]:

$$L_i^{\text{МФ}} = \frac{i \cdot 95\%}{n}, \quad (4.8)$$

где $L_i^{\text{МФ}}$ – светлота i -го элемента картодиаграммного значка;

i – порядковый номер элемента картодиаграммного значка (отсчет ведется слева направо для столбчатых диаграмм или от верхнего сектора по часовой стрелке – для круговых диаграмм);

95 % – максимальное значение светлоты, при которой человеческий глаз различает наличие цвета;

n – общее количество элементов в картодиаграммном значке.

В результате расчета по формуле (4.8) получается ряд цветовых оттенков, насыщенность и цветовой тон которых совпадают с соответствующими параметрами базового цвета, а светлота изменяется. При этом базовый цвет может быть не включен в получившийся перечень цветов.

В таблице 4.6 приведен пример расчета оттенков мелких фоновых элементов картодиаграммных значков для характеристики динамики удельного веса хвойных и лиственных лесонасаждений. В качестве базовых использовались цвета «Зелено-желтый» (RGB: (173, 255, 47)) и «Весенне-зеленый» (RGB: (0, 255, 127)). Результаты визуализации картодиаграммных значков приведены на рисунке 4.4.

Таблица 4.6 – Результаты расчета цветовых координат для элементов картодиаграммных значков ЦКМПР

i (порядковый номер ступени шкалы)	Оттенки цвета	Координаты цвета в цветовой модели HSL	Координаты цвета в цветовой модели RGB
<i>Динамика удельного веса хвойной растительности</i>			
	Насыщенный зеленый (базовый цвет)	(96, 100 %, 50 %)	(102, 255, 0)
1	Оттенок 1	(96, 100 %, 19 %)	(39, 97, 0)
2	Оттенок 2	(96, 100 %, 38 %)	(78, 194, 0)
3	Оттенок 3	(96, 100 %, 57 %)	(123, 255, 36)
4	Оттенок 4	(96, 100 %, 76 %)	(182, 255, 133)
5	Оттенок 5	(96, 100 %, 95 %)	(240, 255, 229)
<i>Динамика удельного веса лиственной растительности</i>			
	Весенне-зеленый (базовый цвет)	(150, 100%, 50%)	(0, 255, 127)
1	Оттенок 1	(150, 100 %, 19 %)	(0, 97, 48)
2	Оттенок 2	(150, 100 %, 38 %)	(0, 194, 97)
3	Оттенок 3	(150, 100 %, 57 %)	(36, 255, 145)
4	Оттенок 4	(150, 100 %, 76 %)	(133, 255, 194)
5	Оттенок 5	(150, 100 %, 95 %)	(229, 255, 242)

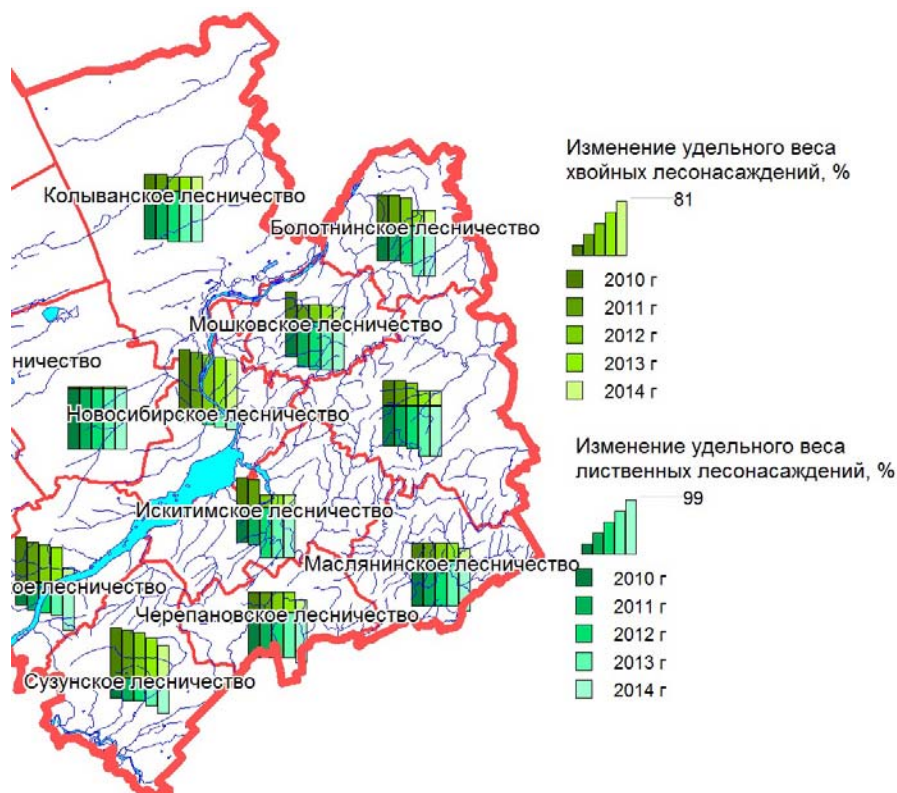


Рисунок 4.4 – Использование способа картодиаграмм для картографирования структуры лесонасаждений

Определение параметров цветовых оттенков для штриховых элементов также осуществляется на основе базового цвета, но с использованием противоположного подхода: они рассчитываются в сторону затемнения, а не осветления базового цвета. Расчет выполняется по формуле [196]:

$$L_i^{\text{III}} = L_6 - \frac{L_6}{(n+1)}, \quad (4.9)$$

где L_i^{III} – светлота i -го вида штрихового элемента;

L_6 – светлота базового цвета;

n – общее количество видов штриховых элементов, отображаемых оттенками базового цвета.

Как правило, штриховые элементы задействуются при визуализации площадных штриховок, используемых в способах картограмм или качественного фо-

на, а также ареалов. Таким образом, максимальное значение n не может превышать «3». В таблице 4.7 приведен пример расчета цветовых координат для штриховки способа картограмм при картографировании общего запаса древесины. Расчет выполнялся на базе цвета «Бронзовый» (RGB (205, 127, 50)).

Таблица 4.7 – Результаты расчета цветовых координат для штрихового элемента ЦКМПР

n (общее количество видов штриховых элементов, отображаемых оттенками базового цвета)	Оттенки цвета	Координаты цвета в цветовой модели HSL	Координаты цвета в цветовой модели RGB
	Бронзовый	(29, 61 %, 50 %)	(205, 127, 50)
1	Оттенок 1	(29, 61 %, 25 %)	(103, 62, 25)

Рисунок 4.5 иллюстрирует использование цветовых параметров, приведенных в таблице 4.7. для визуализации информации об общем запасе древесины по районам Новосибирской области.

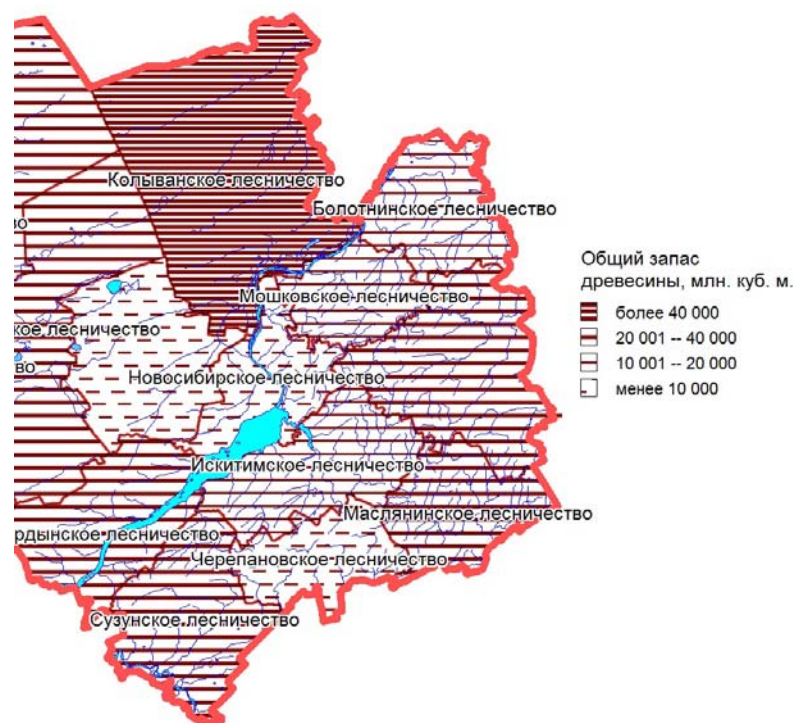


Рисунок 4.5 – Использование способа картограмм с площадной штриховкой для картографирования общего запаса древесины

Проектирование внемасштабных условных знаков ЦКМПР.

Внемасштабные условные знаки ЦКМПР должны отвечать следующим требованиям:

- четкая ассоциация пользователем внешнего вида условного знака с внешним видом или сутью картографируемого объекта (явления). Это достигается путем использования символических значков, которые графически выражают наиболее характерные черты и особенности картографируемых объектов и явлений;
- четкое визуальное различие условных знаков для разных категорий объектов. Это достигается путем использования дополнительных графических элементов (окантовок), которые не передают количественные характеристики картографируемых объектов, но выражают их качественные различия;
- специфичность конструкции условных знаков, обеспечивающая их четкое отличие от картодиаграммных значков. Соблюдению этого требования способствует как использование символических значков, так и особенности их цветового решения. На ЦКМПР внемасштабные условные знаки лишены внутренней цветной заливки и состоят только из штриховых элементов. Цвет этих элементов рассчитывается по формуле (4.9) на основе параметров базового цвета, определенного для соответствующей смысловой группы объектов.

4.5 Технологическое решение для интерактивного создания цифровых картографических моделей природных ресурсов

В настоящее время термин «интерактивность» широко используется в технических и гуманитарных науках и имеет большое количество трактовок, зависящих от конкретной сферы приложения. В области ГИС и информационных технологий под интерактивностью понимают возможность взаимного влияния объектов друг на друга, причем это влияние может быть как двусторонним, так и многосторонним [329, 396]. В геоинформационном картографировании в качестве интерактивности рассматривают способность картографического произведения изменять свое содержание или оформление в ответ на определенные действия

пользователя (так называемые «интерактивные карты»). Но, имея возможность осуществлять диалоговое взаимодействие с подобной картой, пользователь зачастую не принимает никакого участия в ее создании, пользуясь уже готовым продуктом и теми возможностями, которые предусмотрели создатели карты.

Интерактивное создание картографического произведения, напротив, позволяет пользователю принять непосредственное участие в некоторых этапах его создания и получить индивидуализированный продукт, отображающий те сведения, которые актуальны пользователю, и в той форме представления, которая наиболее удобна и понятна для него. Безусловно, пользователь не сможет принять участие во всех действиях по проектированию и созданию картографического произведения. Его вклад будет наиболее ценен на этапах выбора массива картографируемых исходных данных и формы их представления. Узкоспециальные картографические вопросы, связанные с обработкой и визуализацией запрошенных данных, должны решаться без участия пользователя, с опорой на схемы алгоритмизации и формализации, заранее разработанные картографами и заложенные в геоинформационный продукт, который используется для интерактивного создания картографического произведения.

Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМПР включает в себя два основных блока: действия пользователя и действия ГИС (рисунок 4.6) [198].

Как видно из рисунка 4.6, большая часть процессов по созданию ЦКМПР выполняется в автоматизированном режиме. Действия пользователя сводятся к трем начальным этапам, в ходе которых он формулирует свой запрос.

На первом этапе пользователь задает тему создаваемой ЦКМПР, то есть осуществляет выбор интересующего его природного ресурса из общего перечня ресурсов региона. На втором этапе пользователь формирует перечень показателей состояния и использования ресурса, которые он считает необходимым отобразить на ЦКМПР. На третьем этапе пользователь выбирает форму представления создаваемой ЦКМПР. В том случае, если какие-то термины ему непонятны, он может

обратиться к файлу помощи. Дальнейшие действия по созданию ЦКМПР осуществляются в ГИС без участия пользователя, с опорой на ранее изложенные принципы формализации пользовательского запроса, алгоритмизации выборов способов картографического отображения и автоматизированного проектирования цветового решения ЦКМПР [198, 300].

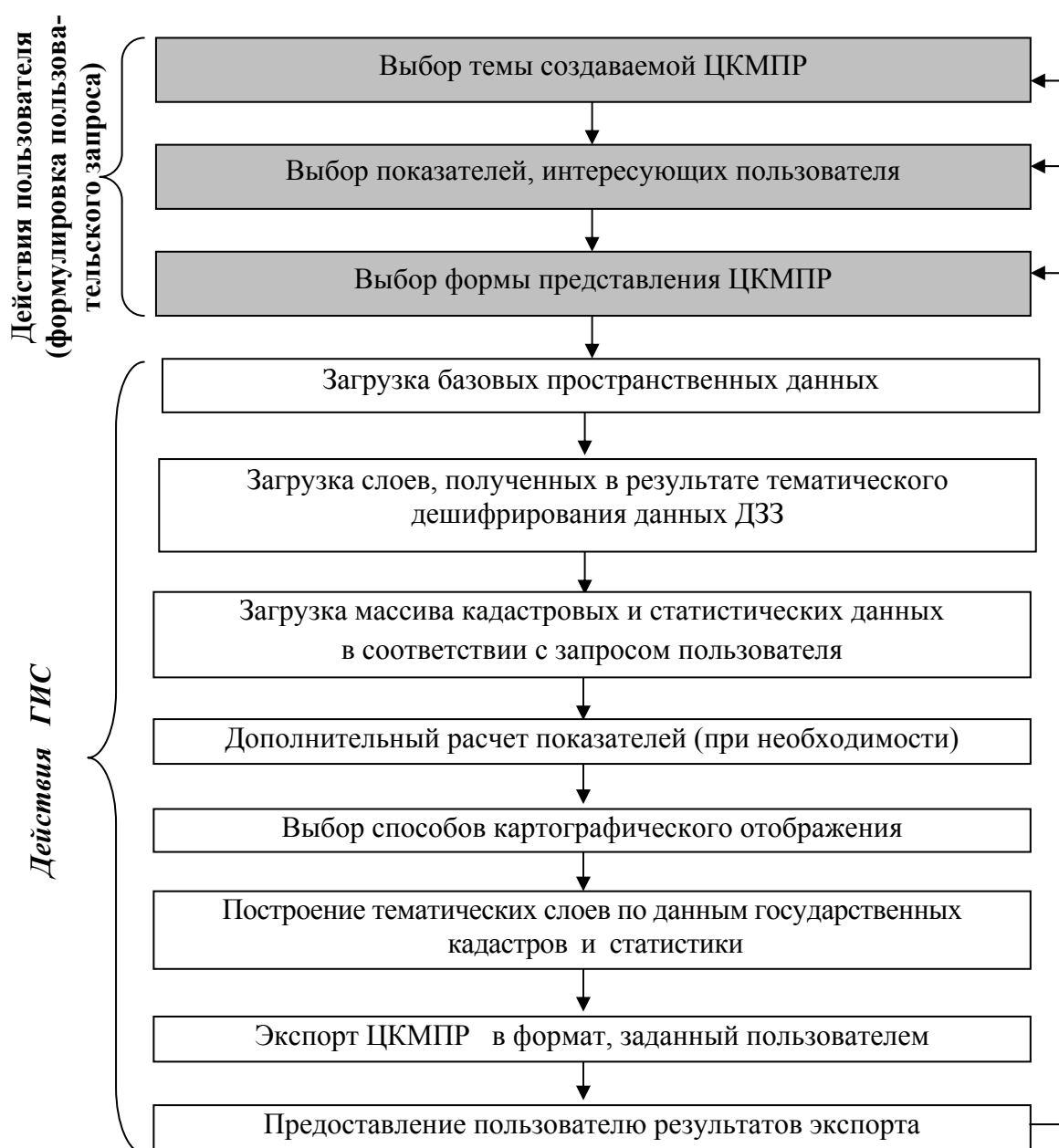


Рисунок 4.6 – Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМПР

Цифровая общегеографическая основа ЦКМПР, используемая для локализации тематической информации, заранее сформирована на основе региональных БПД и находится в базе данных ГИС. Достоверность представленной на ней информации гарантируется использованием при ее создании дежурных цифровых карт региона. Современность этой основы обеспечивается путем ее обновления по данным ДЗЗ.

Кадастровые и статистические данные, круг которых определен в соответствии с запросом пользователя, подгружаются из базы тематических данных системы ЦКМПР региона, куда они были заблаговременно импортированы из соответствующих баз данных Росстата, Росгидромета и Роснедвижимости. В зависимости от требований пользователя на создаваемой ЦКМПР могут быть отображены либо абсолютные статистические показатели из этих баз, либо относительные показатели, рассчитанные на основе абсолютных. Это осуществляется на этапе «Дополнительный расчет показателей». Расчет выполняется по разработанным формулам и алгоритмам [302].

Далее ГИС осуществляет выбор способов картографического отображения для показателей картографирования. Сформированные и оформленные слои тематических данных комплексировются на цифровую общегеографическую основу. В финале созданная ЦКМПР экспортируется в выбранный пользователем формат и предоставляется ему либо в виде визуализации на мониторе, либо в виде файла (группы файлов) на жестком диске компьютера. Ознакомившись с представленной на ЦКМПР информацией, пользователь может вернуться на любой из 3-х начальных этапов и повторить процесс построения ЦКМПР снова, используя другие исходные данные.

Полученная ЦКМПР может быть визуализирована в следующих формах представления:

- двухмерная статичная ЦКМПР – наиболее традиционный вид представления картографических данных. Она может быть визуализирована в форме растровой или векторной карты. Растровая карта в данном случае представляет собой

картографическое произведение, экспортированное в один из растровых форматов (bmp, jpg и пр.) и не поддающееся дальнейшим изменениям. Она содержит статичное отображение запрошенных пользователем данных и может быть создана в двух модификациях: для воспроизведения в печати (цветовая палитра CMYK, высокое графическое разрешение (не менее 600 dpi)) и для публикации в глобальной сети Интернет (цветовая палитра безопасных цветов Hex, среднее графическое разрешение (не более 200 dpi)). Векторная карта – наиболее распространенный вариант представления продукции современного компьютерного картографирования. Она представляет собой совокупность Shape-файлов и дает пользователю возможность осуществлять действия по изменению созданной ЦКМПР;

– двухмерная динамичная ЦКМПР – это визуализация ЦКМПР в виде картографической анимации. Ее создание возможно лишь в том случае, если пользовательский запрос включал в себя необходимость отображения пространственной или временной динамики показателя картографирования. Анимированная ЦКМПР представляет собой совокупность кадров, сформированную в любом стандартном программном продукте, применяемом для создания компьютерных анимаций;

– трехмерная статичная ЦКМПР представляет собой трехмерную модель рельефа, на которой отображены запрошенные пользователем показатели картографирования. Трехмерные ЦКМПР характеризуются меньшей информационной нагрузкой, чем двухмерные, однако превосходят последние наглядностью отображения;

– трехмерная динамичная ЦКМПР является самой сложной с технической и технологической точки зрения формой визуализации. Она представляет собой трехмерную видеосцену – недавно появившийся вид цифровых геопространственных продуктов, трехмерную пространственную модель реальных объектов территории, которая способствует выявлению особенностей взаимодействия различных природных компонентов и рельефа местности [208, 410]. Она создается на основе трехмерной модели рельефа, но, в отличие от трехмерных статичных

ЦКМПР, предоставляет пользователю возможность виртуального перемещения по моделируемой территории для более детального ознакомления с отдельными участками территории и взаимосвязями картографируемых показателей с параметрами рельефа;

– трехмерная картографическая анимация – разновидность трехмерного динамичного представления ЦКМПР. Это совокупность кадров, представляющих картографируемую территорию в одном и том же пространственном ракурсе в разные моменты времени. Такая форма представления не предоставляет пользователю свободу перемещения по трехмерной модели, но наглядно отображает временную динамику изменения картографируемого показателя.

Выводы по 4-му разделу диссертационной работы:

– ЦКМПР являются основным видом картографической продукции, создаваемой в инфраструктуре ПРПД в процессе систематизации и обработки разнородных природно-ресурсных пространственных данных;

– разработанное технологическое решение для создания ЦКМПР предусматривает участие пользователя в процессе создания ЦКМПР, что обеспечивает получение картографического продукта, ориентированного на решение конкретной задачи и соответствующего картографическим нормам и правилам. Участие пользователя в создании ЦКМПР сведено к выбору исходных данных и формы представления ЦКМПР;

– разработанные методика формализации выполнения пользовательского запроса, алгоритм автоматизированного выбора способов картографического отображения и принципы автоматизированного проектирования цветового решения ЦКМПР являются важной частью технологического решения, обеспечивая выполнение картографо-составительских и оформительских работ по созданию ЦКМПР без участия пользователя.

5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1 Объект картографирования в системе цифровых картографических моделей биологических ресурсов региона

Биологические ресурсы – это природные источники получения необходимых человеку материальных благ (пищи, сырья для промышленности, материала для селекции культурных растений, сельскохозяйственных животных, микроорганизмов, рекреационного использования) [176]. Таким образом, понятие «биологические ресурсы» объединяет растительные и фаунистические ресурсы: древесные, технические, лекарственные виды растений, охотничье-промысловые виды животных (в том числе – искусственно разводимые) [307]. Они считаются возобновимыми, однако обязательным условием их возобновления являются постоянный контроль биоразнообразия на территории и созидательная деятельность человека по восстановлению растительных сообществ и популяций животного населения, использующихся в народном хозяйстве.

Биологические ресурсы являются материальной базой для функционирования широкого спектра отраслей народного хозяйства, которые характеризуются различной степенью техно- и наукоемкости. На рисунке 5.1 представлена взаимосвязь основных видов природных ресурсов, выделенных по Реймерсу Н. Ф., с укрупненными отраслями промышленности, в которых они используются. Отрасли промышленности выделены в соответствии с современными классификациями [288, 348].

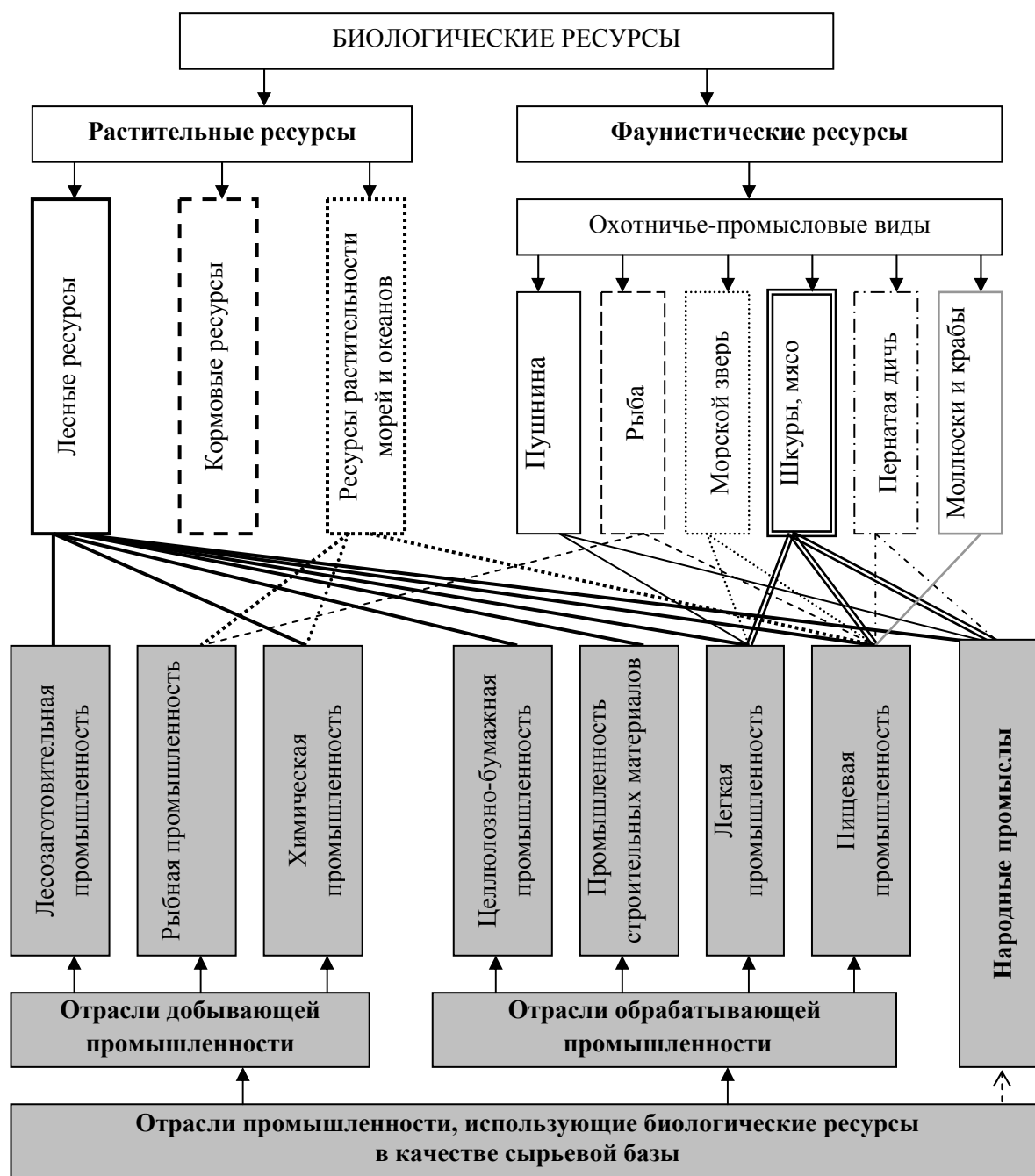


Рисунок 5.1 – Биологические ресурсы как сырьевая база народного хозяйства

Как видно из рисунка 5.1, биологические ресурсы весьма активно эксплуатируются человеком. Однако при этом предметом детального исследования и мониторинга остается лишь достаточно узкий перечень подвидов биологических ресурсов (в основном лесных и охотничье-промысловых), которые используются непосредственно в экономике [215, 238]. При этом не принимается во внимание состояние целого ряда биологических компонентов и характеристик, которые

оказывают косвенное, но заметное влияние на организацию природопользования в пределах региона и на состояние местных экосистем и окружающей среды в целом. Так, например, контроль биоразнообразия, осуществляемый Росстатом в рамках ведения государственной статистики, сведен к контролю за основными показателями охотничьего хозяйства [262]. Это противоречит самому понятию «биоразнообразие» [365, 378], а также установленным методам его оценки, которые подразумевают учет не только видового, но также экосистемного и генетического разнообразия территории [377, 413].

В результате становится невозможно получить объективные сведения об уровне и динамике биоразнообразия региона. А уменьшение биоразнообразия – это тревожный симптом, свидетельствующий о нарастающем деструктивном влиянии антропогенной деятельности на местные экосистемы, что отрицательно сказывается как на их состоянии, так и на здоровье местного населения [184, 206].

В России ведется немало проектов, посвященных исследованию и оценке локального биоразнообразия [32, 103, 105, 106, 318]. Однако отсутствие единого природно-ресурсного геоинформационного пространства затрудняет систематизацию и оценку покрытия собираемых данных в границах различных регионов. В результате усложняется использование этих данных для планирования перспективного природопользования и корректировки существующих схем и планов развития территорий. Для эффективного использования этих и других данных о биологических ресурсах необходимо предусмотреть возможность их визуализации и моделирования с учетом ландшафтообразующих параметров окружающей среды [206, 215].

Для решения этой задачи, согласно разработанной структуре предметной подсистемы ЦКМПР региона (см. рисунок 3.4), предлагается осуществлять картографическую визуализацию и моделирование данных о биологических ресурсах региона с помощью следующих видов ЦКМПР (рисунок 5.2) [215].

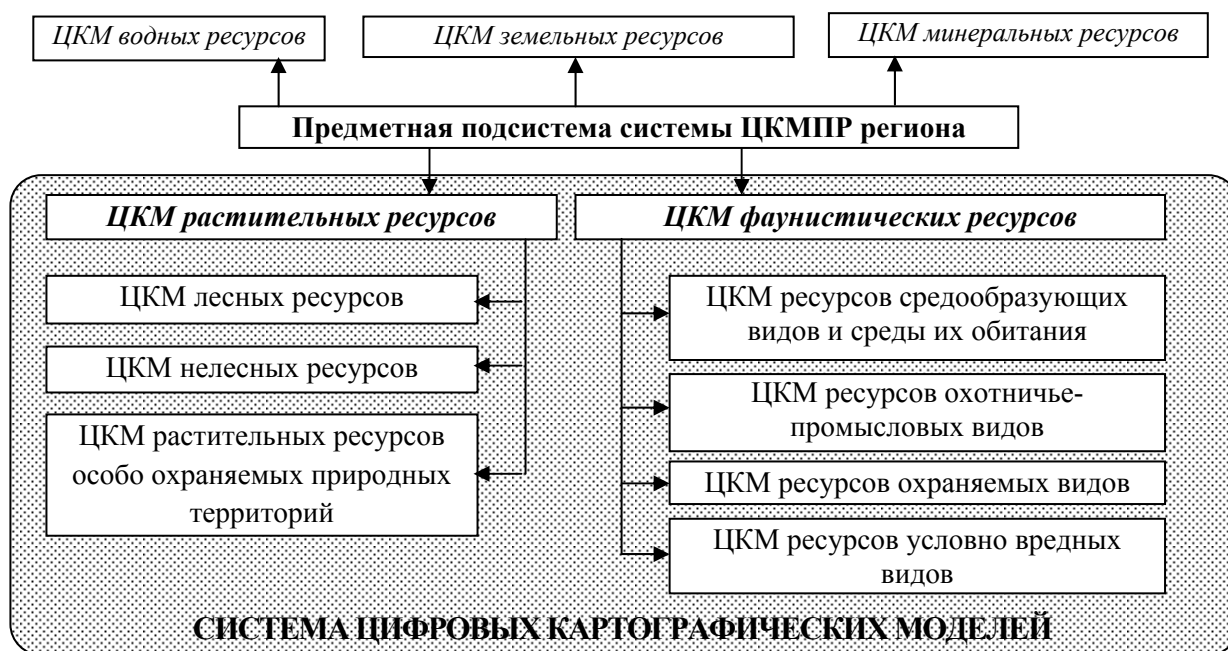


Рисунок 5.2 – Структура системы цифровых картографических моделей биологических ресурсов (системы ЦКМБР)

Визуализация информации о биологических ресурсах в системе ЦКМБР региона должна опираться на следующие принципы:

- четкое разграничение ЦКМБР в зависимости от объекта картографирования (флора или фауна). Сопоставимость ЦКМБР между собой обеспечит использование одной и той же цифровой общегеографической основы, сформированной на основе БПД региона и актуализированной по данным ДЗЗ. В зависимости от выбранной пользователем формы представления цифровой картографической модели, БПД могут быть визуализированы в виде общегеографической цифровой карты либо в виде цифровой модели местности;

- учет состояния биологических ресурсов, косвенно влияющих на характер и особенности природопользования региона (размещение и характеристики охраняемых видов, видов-вредителей, видов, являющихся объектами народного промысла);

- обязательный показ политических и административных границ и зон ограничений для выявления конфликтов между местообитаниями человека и биологических видов, являющихся объектами природопользования.

5.2 Проектирование цифровой общегеографической основы системы цифровых картографических моделей биологических ресурсов

В соответствии с принципами проектирования цифровой общегеографической основы ЦКМПР, обоснованными в 3.2, масштабный ряд системы цифровых картографических моделей биологических ресурсов (ЦКМБР) варьируется от 1 : 3 000 000 до 1 : 1 000 000 для региональных моделей, и от 1 : 1 000 000 до 1 : 200 000 – для топических. Выбор масштаба 1 : 3 000 000 в качестве верхней границы масштабного ряда обоснован тем, что, как показывают экспериментальные работы, именно в этом масштабе карта Новосибирской области отображается на формате А4 (21,5 на 29,5 см) с сохранением оптимальной читаемости ее содержания [215].

Перечень элементов цифровой общегеографической основы для региональных и топических ЦКМБР несколько различается в зависимости от объекта картографирования. Так, на цифровых картографических моделях растительных ресурсов (ЦКМРР) участки лесной растительности будут являться частью тематического содержания, в то время как на цифровых картографических моделях фаунистических ресурсов (ЦКМФР) они выступают как элемент цифровой общегеографической основы, призванный детализировать сведения о среде обитания фаунистических ресурсов. Также создание ЦКМФР требует более детальной визуализации дорожной сети региона, характеризующей транспортную доступность территории и обусловленное ею удобство пользования охотничье-промысловыми ресурсами животного мира. Детальный перечень элементов цифровой общегеографической основы для региональных и топических ЦКМБР приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Масштабный ряд и элементы цифровой общегеографической основы системы ЦКМБР Новосибирской области

Элементы цифровой общегеографической основы	Масштаб ЦКМПР			
	цифровые картографические модели растительных ресурсов (ЦКМРР)		цифровые картографические модели фаунистических ресурсов (ЦКМФР)	
	региональные ЦКМРР (1 : 3 000 000 – 1 : 1 000 000)	топические ЦКМРР (1 : 500 000 – 1 : 200 000)	региональные ЦКМФР (1 : 3 000 000 – 1 : 1 000 000)	топические ЦКМФР (1 : 500 000 – 1 : 200 000)
Объекты гидрографии	Речная и озерная сеть			
Объекты транспортной сети	Железные дороги			
	Автомобильные дороги федерального значения			
	Автомобильные дороги территориального значения			
	Не отображаются	Грунтовые дороги	Не отображаются	Грунтовые дороги
	Не отображаются	Полевые дороги	Не отображаются	Полевые дороги
	Не отображаются	Лесные дороги	Не отображаются	Лесные дороги
	Не отображаются	Не отображаются	Не отображаются	Зимники
Рельеф	Используются способы отображения, не дающие возможность определить координаты точек местности точнее 30 м по высоте			
Лесная растительность	Включена в тематическое содержание ЦКМРР		Не отображается	Границы залесенных территорий
Грунты	Не отображаются		Не отображаются	Границы заболоченных и засоленных территорий
Границы административного деления территории	Граница области. Границы административных районов			
Границы кадастрового деления территории	Включены в тематическое содержание ЦКМБР			
Особо охраняемые природные объекты	Включены в тематическое содержание ЦКМБР			

Пользователь имеет возможность самостоятельно изменять степень загрузки цифровой общегеографической основы, исключая или подгружая отдельные слои. Это облегчает работу пользователя с ЦКМБР, позволяя ему вначале ознакомиться с тематическими данными, представленными на цифровой общегеографической основе с минимальной нагрузкой, а затем, по мере необходимо-

сти, добавлять те или иные общегеографические объекты для более детальной оценки возможностей использования картографируемого ресурса.

Максимальная нагрузка цифровой общегеографической основы региональных ЦКМРР включает отображение гидрографической сети, районных центров и прочих населенных пунктов, автомобильных и железных дорог, названий общегеографических объектов, административных границ. На региональных ЦКМФР выделяются заболоченные и залесенные территории (рисунок 5.3).

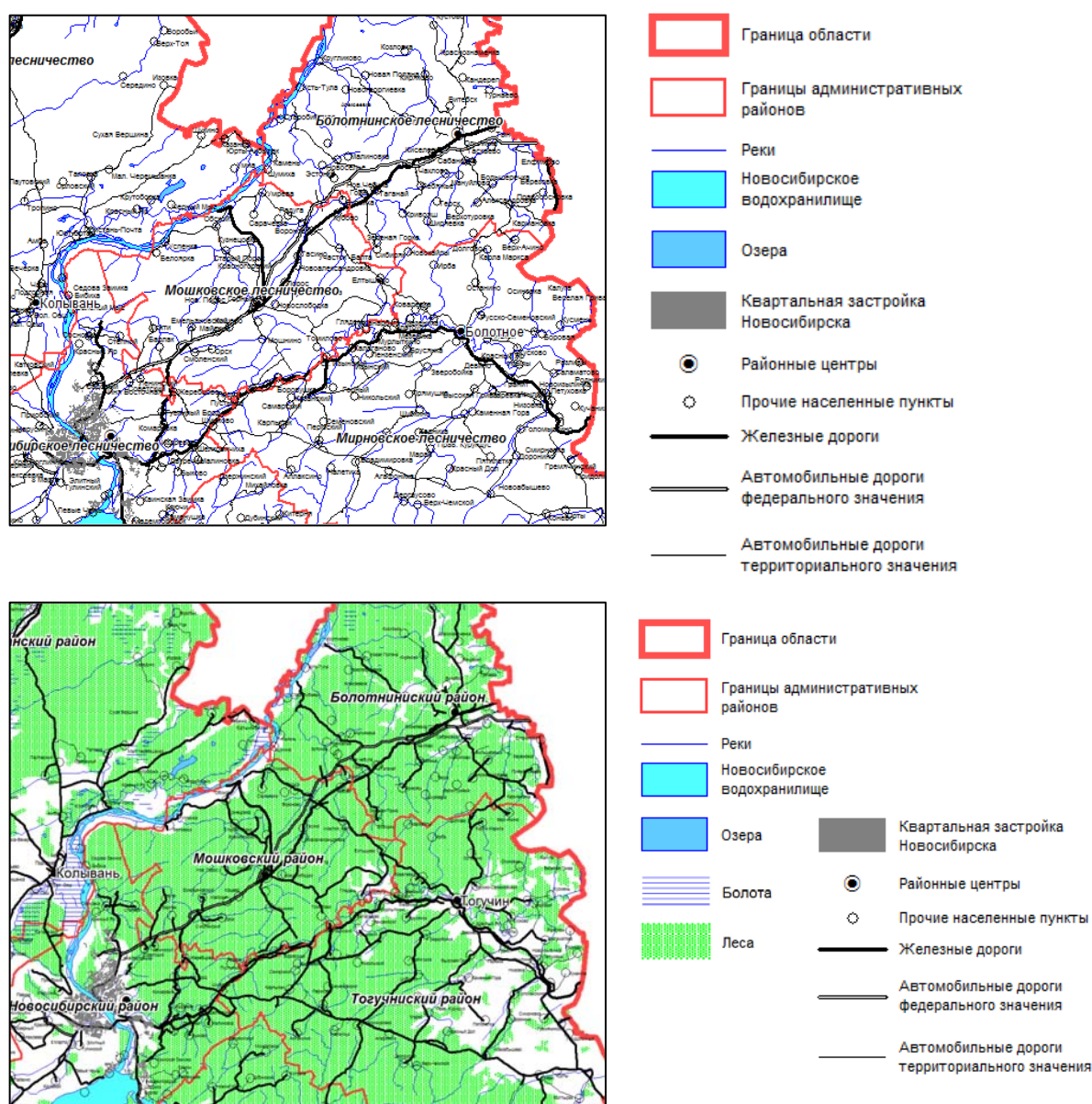


Рисунок 5.3 – Фрагменты цифровой общегеографической основы региональной ЦКМРР (вверху) и ЦКМФР (внизу) с максимальной нагрузкой

Перечень элементов цифровой общегеографической основы, визуализированной с минимальной нагрузкой, варьируется для ЦКМРР и ЦКМФР. При картографировании растительных ресурсов минимальная нагрузка сведена к показу административных границ, речной и озерной сети и названий лесничеств. При картографировании фаунистических ресурсов отображаются дороги высшего класса, характеризующие транспортную доступность территории. На рисунке 5.4 представлены фрагменты цифровой общегеографической основы региональных ЦКМРР и ЦКМФР с минимальной нагрузкой.

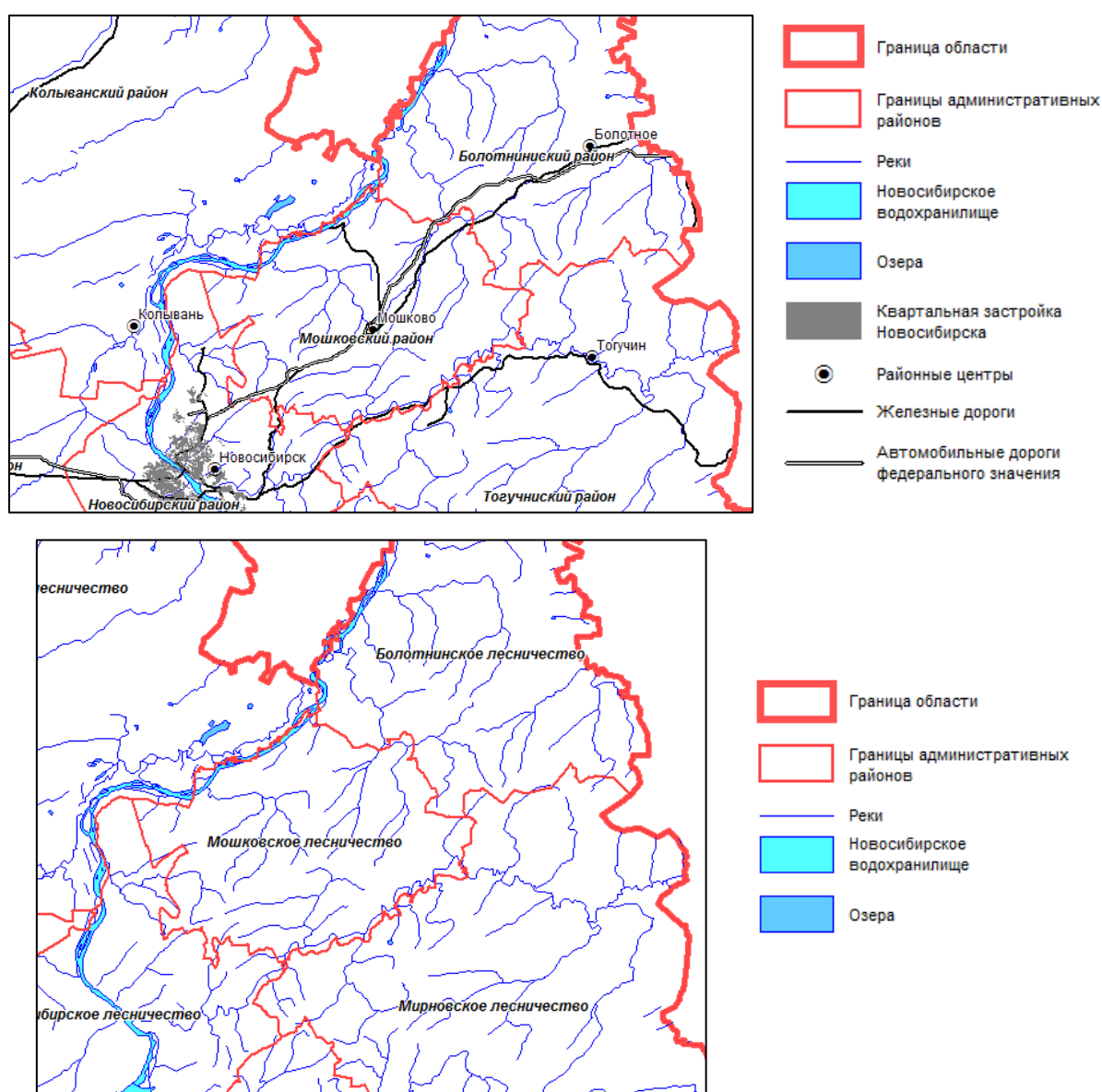


Рисунок 5.4 – Фрагменты цифровой общегеографической основы региональной ЦКМРР (вверху) и ЦКМФР (внизу) с минимальной нагрузкой

Для топических ЦКМБР также предусмотрена возможность отображения цифровой общегеографической основы с разной степенью загруженности. Для топических ЦКМРР минимально загруженный вариант цифровой общегеографической основы включает не только административные границы и гидрографическую сеть, но и основные населенные пункты и соединяющие их автомобильные дороги федерального и территориального значения. Повышение загруженности цифровой общегеографической основы достигается путем добавления слоев грунтовых, полевых и лесных дорог (рисунок 5.5).

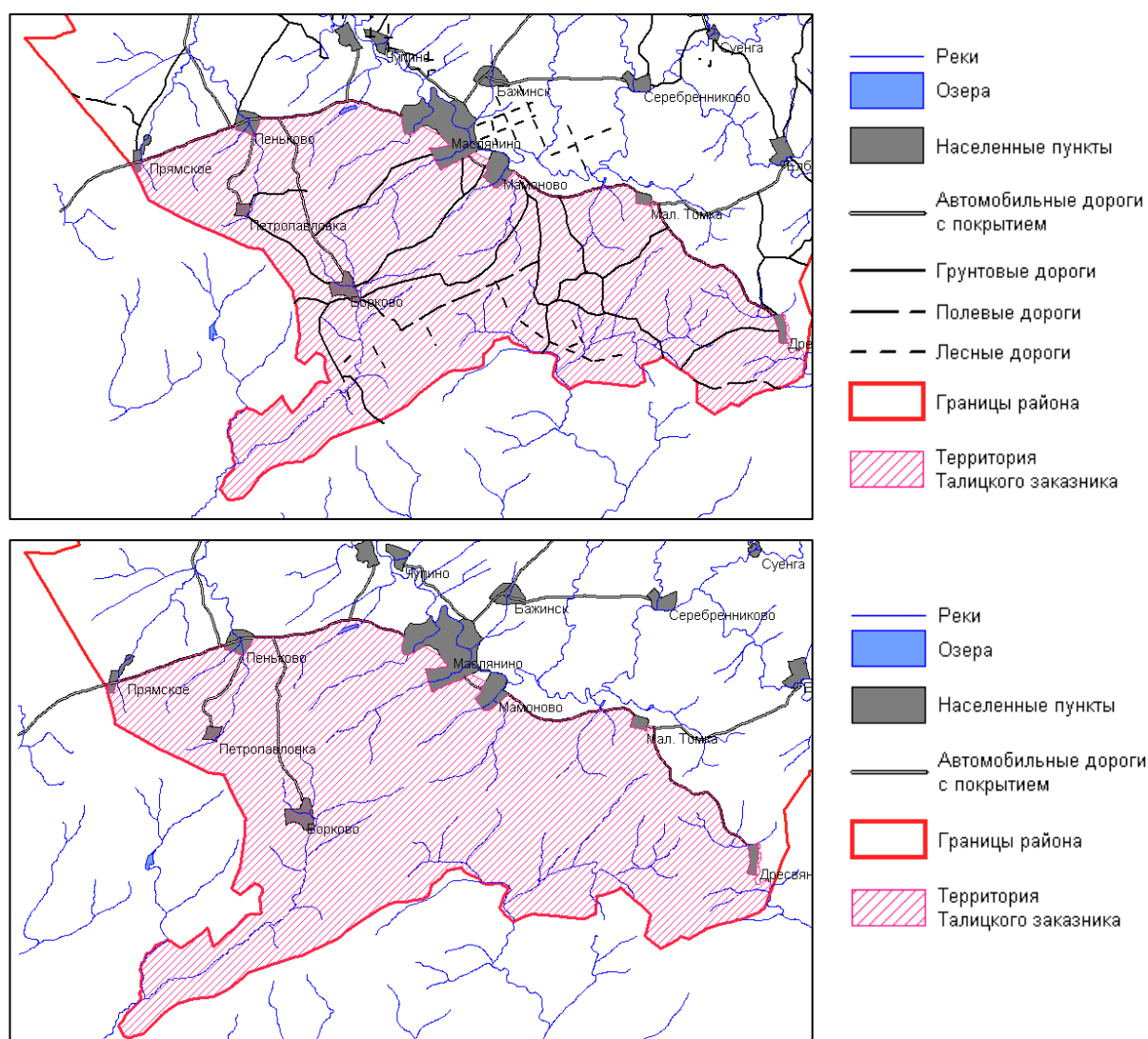


Рисунок 5.5 – Фрагменты цифровой общегеографической основы топической ЦКМРР Маслянинского района с максимальной (вверху) и минимальной (внизу) нагрузкой

Цифровая общегеографическая основа для топических ЦКМФР характеризуется отображением границ различных категорий охотоугодий, а также детальностью показа дорожной сети. Также представляется целесообразным показ болот, солончаков и лесов для более детальной характеристики природных условий территории. Варианты визуализации цифровой общегеографической основы топических ЦКМФР с разной нагрузкой приведены на рисунке 5.6.

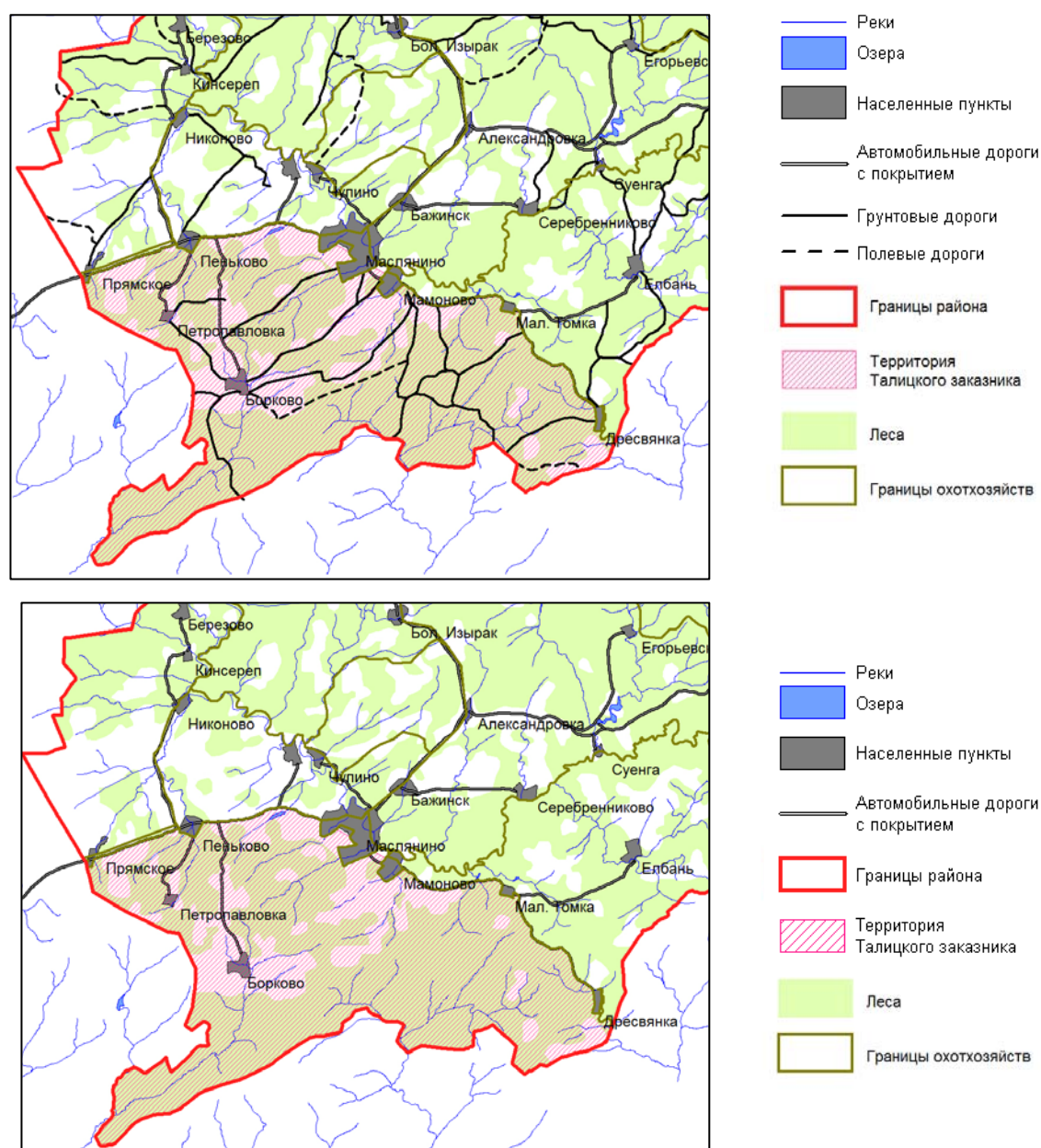


Рисунок 5.6 – Фрагменты цифровой общегеографической основы топической ЦКМФР Маслянинского района с максимальной (вверху) и минимальной (внизу) нагрузкой

Особое место на ЦКМБР занимает отображение рельефа местности. Рельеф играет крайне важную роль в формировании состояния и условий эксплуатации биологических ресурсов: он обуславливает особенности увлажнения и инсоляции местности, что сказывается на высоте древостоя и качестве древесины; глубина расчленения и крутизна склонов влияют на технологические особенности, техническую сложность и стоимость проведения лесозаготовительных работ и мероприятий по обустройству объектов лесной инфраструктуры; степень горизонтального и вертикального расчленения, а также крутизна скатов формируют различные условия для обитания определенных видов животных, а также обуславливают транспортную доступность территории и удобство ее использования для организации охотничьего хозяйства [215].

Вместе с тем, как показывает практика хозяйствования, необходимость в детальной информации об абсолютных отметках рельефа местности возникает только на стадии разработки проектов конкретных инженерно-технических сооружений (лесных дорог, линий электропередач, охотничьих и туристских баз и пр.). Эти проекты, как и любые другие, обосновываются по данным топографической съемки, с привлечением ЦКМБР лишь на начальной стадии обсуждения проекта и выбора приблизительного места (или нескольких возможных мест) его реализации. В большинстве случаев при стратегическом и тактическом планировании использования биологических ресурсов более важной является информация об относительных показателях рельефа: крутизне и экспозиции склонов, вертикальном и горизонтальном расчленении и т. п.

Традиционный способ отображения рельефа – способ горизонталей – позволяет передать эти показатели лишь косвенно, посредством изменения рисунка горизонталей и уменьшения или увеличения расстояний между ними. Это значительно затруднит пользователю ЦКМБР восприятие информации о рельефе и выявление его влияния на состояние природных ресурсов. Поэтому, в том случае, если пользователь требует показа рельефа на ЦКМБР, целесообразно реализовать ее в форме цифровой модели местности. В трехмерной ЦКМБР цифровая модель рельефа яв-

ляется «основой», на которую наносится информация об общегеографических элементах и тематических данных, запрошенных пользователем. На рисунках 5.7 и 5.8 представлены цифровые модели местности, являющиеся основой для создания региональных и топических ЦКМБР.

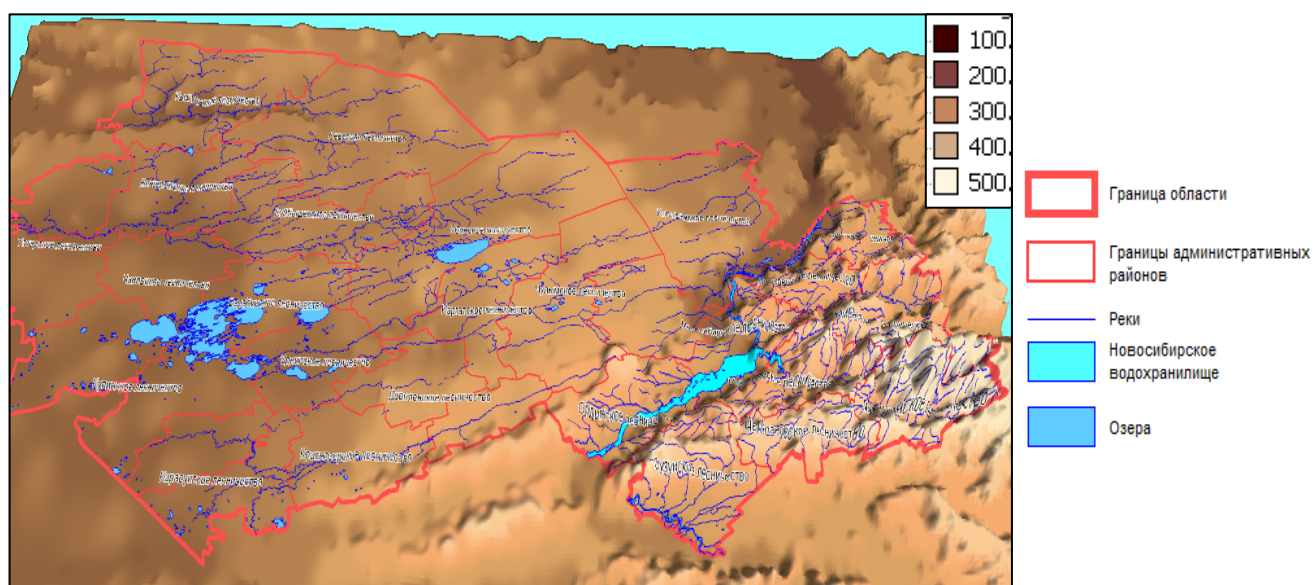


Рисунок 5.7 – Цифровая модель местности для создания региональных ЦКМБР
Новосибирской области

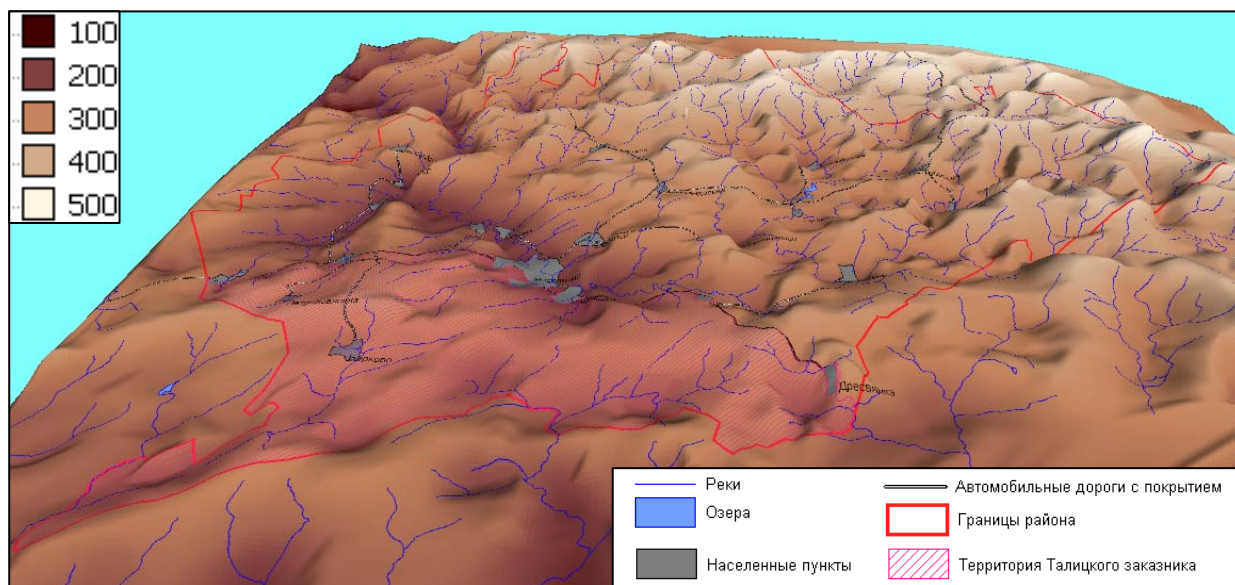


Рисунок 5.8 – Цифровая модель местности для создания топических ЦКМБР
Маслянинского района Новосибирской области

Как было упомянуто ранее, в соответствии с требованиями российского законодательства к открытым картографическим данным [266], рельеф на картографических произведениях для широкого круга пользователей должен отображаться только такими способами, которые не позволяют определить координаты точек местности точнее 30 м по высоте. Для соответствия трехмерных ЦКМБР этому требованию необходимо соблюдать при их создании и оформлении следующие условия:

- для региональных трехмерных ЦКМБР необходимо использовать цифровую модель рельефа, созданную на основе обзорно-топографической карты масштаба 1 : 1 000 000 с высотой сечения рельефа 50 м;

- для топических трехмерных ЦКМБР необходимо использовать цифровую модель рельефа, созданную на основе обзорно-топографической карты масштаба 1 : 200 000 путем цифрования каждой второй горизонтали, что в результате дает высоту сечения рельефа, равную 40 м;

- трехмерное отображение рельефа на ЦКМБР должно осуществляться с применением таких способов оформления, которые не способствуют четкой локализации горизонталей на местности, но наглядно отображают тип рельефа и позволяют судить о его относительных характеристиках на разных участках картографируемой территории. Этому условию в наибольшей степени отвечает послойная окраска рельефа различными оттенками одного цвета в сочетании с отмывкой рельефа (см. рисунки 5.7, 5.8).

5.3 Проектирование подсистемы цифровых картографических моделей растительных ресурсов региона

Под растительными ресурсами понимается «часть природных ресурсов, представленная растениями, которые используются или могут быть использованы для прямого или непрямого потребления человеком, создания материальных богатств, улучшения жизненных условий» [326]. Перечень хозяйственных функций, выполняемых растительными ресурсами, весьма широк, и включает в себя функ-

ции ресурсобеспечения территории, защитно-экологические, рекреационные, оздоровительные, исторические и т. п. [20]. Согласно принятой классификации [287], все растительные ресурсы делятся на следующие группы:

- культурные растения, выращиваемые человеком и не встречающиеся в дикой природе;
- культивируемые растения – виды, выращиваемые человеком, но встречающиеся и в природных фитоценозах;
- антропофиты (синантропные растения) – растения, привнесенные в местную флору благодаря сознательной или неосознанной деятельности человека;
- дикорастущие растения – растения, произрастающие в дикой природе и входящие в состав природных фитоценозов. Они могут эксплуатироваться человеком в ходе их естественного произрастания или выращиваться специально (в этом случае они переходят в категорию культивируемых растений).

Различные группы растительных ресурсов являются предметом эксплуатации разных отраслей промышленности. Культурные и культивируемые растения – сфера ведения сельского хозяйства, в качестве антропофитов в основном рассматриваются сорные растения. Группа дикорастущих растений охватывает весьма широкий перечень растительных видов, эксплуатируемых человеком (древесные растения, лекарственные, плодово-ягодные и пр.). Из них наиболее значимыми с народно-хозяйственной точки зрения являются лесные ресурсы, которые, в свою очередь, делятся на древесные ресурсы (древостой или лесные насаждения) и недревесные (второстепенные лесные) ресурсы. К недревесным ресурсам относят орехи, грибы, ягоды, живицу, техническое сырье, лекарственные растения [319]. Следует отметить, что по стоимости продукции и получаемому от их реализации доходу недревесные ресурсы в некоторых случаях могут превосходить стоимость лесных ресурсов той же территории [255].

Изучение особенностей назначения и использования различных групп растительных ресурсов позволило сделать вывод, что картографирование культурных и культивируемых растений является сферой интересов сельскохозяйствен-

ного картографирования [317], в то время как дикорастущие растения, растительность охраняемых территорий, а также отчасти антропофиты представляют собой объекты картографирования природных ресурсов.

Таким образом, можно сформулировать следующее определение цифровых картографических моделей растительных ресурсов (ЦКМРР): это картографические произведения, на которых объектом картографирования являются ресурсы дикорастущих растений различных природных зон. Исходя из ранее разработанных системных принципов проектирования ЦКМРР, цифровые картографические модели растительных ресурсов (ЦКМРР) классифицируются по тематическому содержанию следующим образом (рисунок 5.9 [201]).

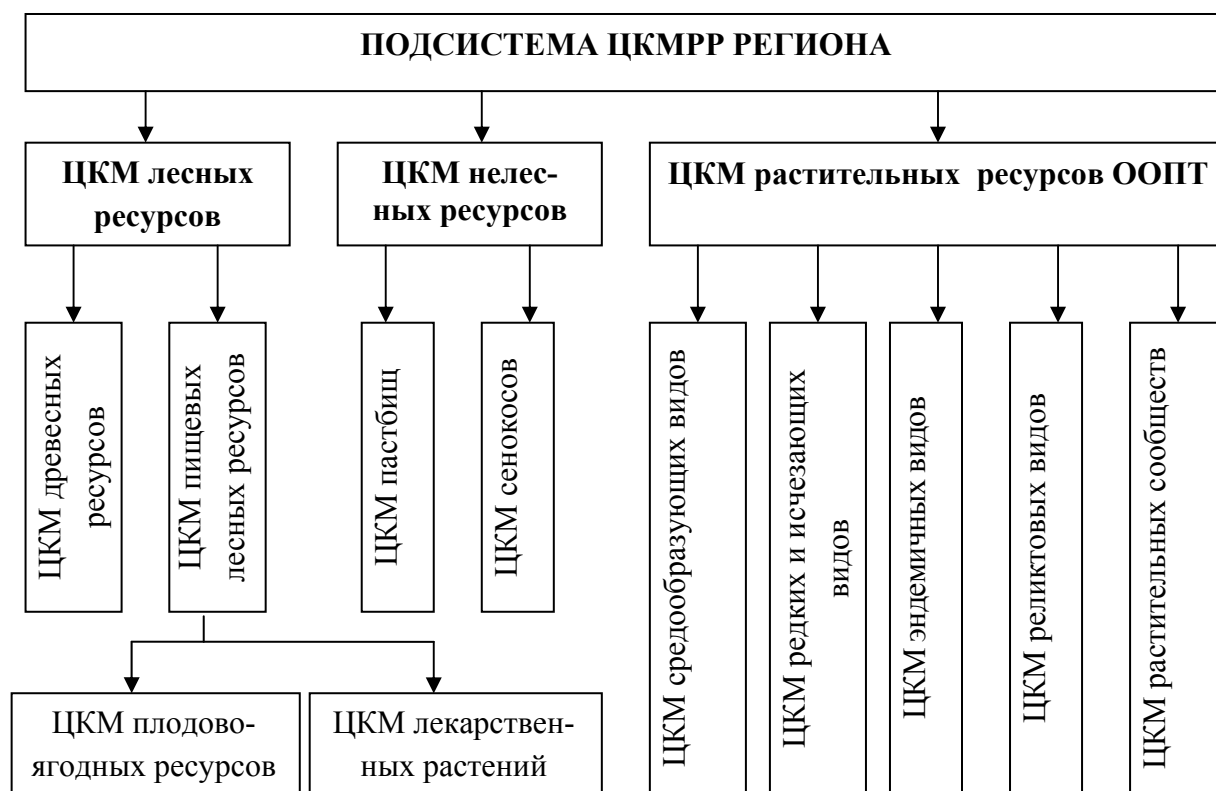


Рисунок 5.9 – Основные виды цифровых картографических моделей растительных ресурсов по предметному признаку

Цифровые картографические модели лесных ресурсов (ЦКМЛР) отображают размещение и состояние лесных массивов с учетом видового состава, категорий защищенности, классов бонитета и прочих лесотаксационных характеристик. Леса являются источником сырья для весьма широкого спектра отраслей промышленности, поэтому их использование в народном хозяйстве должно вестись комплексно, с преобладанием интенсивных, а не экстенсивных форм развития лесного хозяйства и лесной промышленности. Для более полной инвентаризации лесных ресурсов их цифровые картографические модели подразделяются на две группы:

- цифровые картографические модели древесных ресурсов, ставящие своей целью инвентаризацию эксплуатируемых древостоев, а также отображение естественных и техногенных нарушений лесного покрова (гари, буреломы, зоны подтопления и т. п.), отображение планируемых мероприятий и результатов ранее проведенных мероприятий по лесовосстановлению;

- цифровые картографические модели пищевых лесных ресурсов. Термин «пищевые лесных ресурсы» был впервые введен в употребление в редакции Лесного кодекса РФ от 01.01.2007 г. и охватывает «дикорастущие плоды, ягоды, орехи, грибы, семена, березовый сок и подобные лесные ресурсы» [157]. Представляется целесообразным рассматривать отдельно цифровые картографические модели плодово-ягодных ресурсов и модели лекарственных растений лесной зоны.

Цифровые картографические модели нелесных ресурсов отображают естественные кормовые угодья (пастбища и сенокосы), находящиеся за пределами лесной зоны. В зависимости от особенностей географического положения региона эти угодья могут размещаться в тундровой, лесотундровой, степной, полупустынной и других природных зонах, для которых нехарактерны обширные лесные площади.

Необходимость в создании цифровых картографических моделей растительных ресурсов ООПТ возникает в том случае, если в пределах картографируе-

мого региона имеется как минимум одна ООПТ любого из статусов, определенных в Федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях» [221], законность создания которой подтверждена соответствующими нормативно-правовыми актами.

ООПТ представляют собой достаточно обширные геосистемы, в пределах которых окружающая среда сохраняется в ее естественном, не измененном человеком виде. Поэтому ООПТ играют важную роль в поддержании биоразнообразия на окружающей территории. Растительный мир в пределах ООПТ подлежит постоянному изучению для выявления закономерностей взаимодействия растительных сообществ разного уровня, а также установления особенностей взаимовлияния флоры и фауны. Широкий спектр биологических, геоботанических и экологических исследований, проводимых в пределах ООПТ, обуславливает разнообразие тематики цифровых картографических моделей растительных ресурсов ООПТ:

– цифровые картографические модели средообразующих видов отображают пространственное размещение, качественные и количественные характеристики эдификаторов – «преобладающих в фитоценозах видов растений с сильно выраженной средообразующей способностью» [27]. Эдификаторы играют ключевую роль в формировании структуры экосистемы, а также в значительной степени определяют специфику животного населения. Информация, характеризующая особенности распространения эдификаторов в пределах ООПТ, а также состояние и изменение их популяции, является базовой для понимания сути процессов, протекающих внутри всей экосистемы ООПТ, оценки ее динамики и прогнозирования направления ее развития. Поэтому данный вид цифровых картографических моделей весьма важен как для отраслевых, так и для комплексных биологических исследований;

– цифровые картографические модели редких и исчезающих видов отображают наличие и распространение видов растений, занесенных в Красную книгу РФ или региональные Красные книги. Они представляют собой информационную

основу для организации и ведения мониторинга редких и исчезающих видов, а также для планирования мероприятий по сохранению и восстановлению их популяций;

– цифровые картографические модели эндемичных видов характеризуют особенности распространения видов растений, произрастающих в пределах ограниченного ареала. Знания о пространственном распространении растений-эндемиков и о взаимосвязи их мест произрастания с абиотическими факторами окружающей среды (климат, рельеф, режим увлажнения) позволяют повысить эффективность охраны этих растений и способствуют поддержанию биоразнообразия региона;

– цифровые картографические модели реликтовых видов отображают пространственное размещение видов растений, которые сохранились в современных фитоценозах как остаток предковой группы, широко распространенной или игравшей важную роль в экосистемах в прошедшие геологические эпохи. Так же, как и цифровые картографические модели эндемиков, цифровые картографические модели реликтов призваны визуализировать информацию, способствующую поддержанию биоразнообразия в границах региона;

– цифровые картографические модели растительных сообществ предоставляют комплексную характеристику растительного мира ООПТ, поскольку их объектом картографирования являются типы растительных сообществ либо характерная для данной ООПТ иерархия фитоценозов. Благодаря такому подходу эти модели позволяют изучать структурные изменения в фито- и экосистемах ООПТ.

Как видно из вышесказанного, ЦКМРР различаются не только особенностями тематического содержания, но и кругом практических задач, для решения которых они предназначены. В зависимости от назначения выделяются три основные группы ЦКМРР [201]:

– исследовательские ЦКМРР. Они предназначены для специалистов биологических, ботанических и природоохранных региональных организаций,

изучающих естественные и техногенно-обусловленные процессы, протекающие в фитоценозах региона. Это достаточно узкая категория ЦКМРР, охватывающая в основном цифровые картографические модели растительных ресурсов ООПТ;

– хозяйственные ЦКМРР. Это наиболее обширная группа ЦКМРР. Они отображают размещение растительных ресурсов по территории, а также величину их запасов и эксплуатационные характеристики, принятые в соответствующих отраслях экономики. Хозяйственные ЦКМРР являются информационным обеспечением для специалистов в области управления природными ресурсами при планировании развития тех отраслей промышленности, которые базируются на использовании растительного сырья;

– ознакомительные ЦКМРР. Они предназначены для ознакомления широкого круга пользователей с современным состоянием растительных ресурсов региона. Ознакомительные ЦКМРР востребованы как в образовательных целях (для обеспечения учебного процесса в средних и высших учебных заведениях), так и в целях экологического просвещения (краеведами, общественными организациями по охране окружающей среды). К картографическому дизайну этих моделей предъявляются особенно высокие требования, поскольку, отображая весьма узкий перечень сведений о растительных ресурсах региона, они обязаны подать эту информацию пользователю в эстетически привлекательном виде и понятной системе условных обозначений.

На рисунке 5.10 более подробно представлена взаимосвязь между содержанием и назначением ЦКМРР.

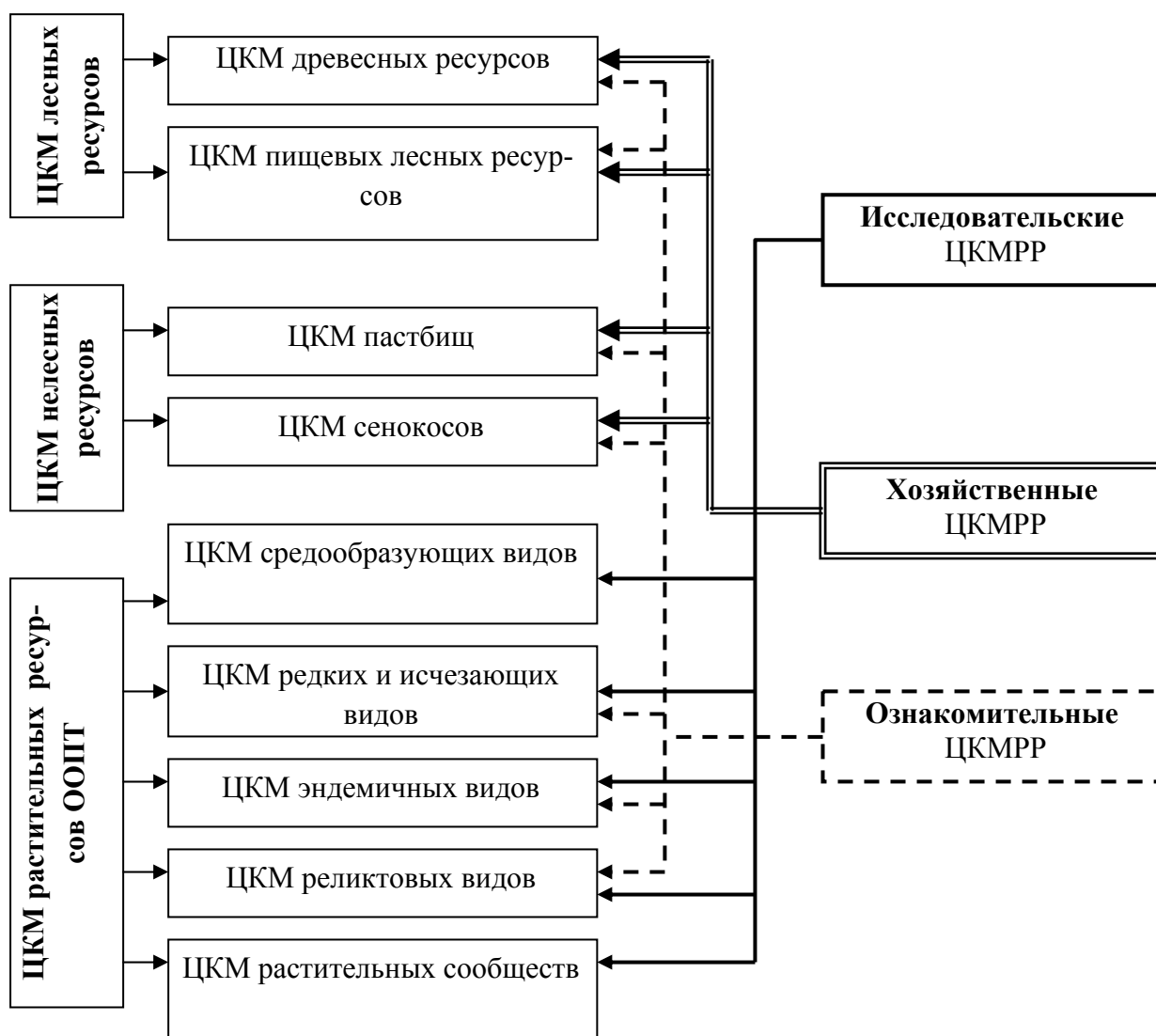


Рисунок 5.10 – Назначение ЦКМРР различного тематического содержания

Из всех основных видов растительных ресурсов, представленных на территории Новосибирской области, наибольший вклад в экономику области вносят лесные ресурсы [94]. Лесные массивы занимают около 25 % территории региона [66, 94], запасы древесины на корню оцениваются приблизительно в 500 млн. м³, при этом среднегодовой прирост составляет около 4,5 млн. м³ [158]. В области насчитывается четыре ведущих предприятия лесопромышленного комплекса: ОАО «Маслянинский лесхоз», ОАО «Деловой альянс», ОАО «Сузунский лесхоз» и ОАО «АбсолютЛ» [4].

Специалисты оценивают потенциальный объем лесозаготовок в области в 230 млн. м³ древесины в год, но отмечают, что фактически он составляет менее 1/10 этого показателя [155]. Это обусловлено рядом проблем:

- низкая обеспеченность лесных территорий дорожной сетью;
- резкое снижение объемов лесовосстановительных работ после 2010 г. [66];
- обусловленный этим дефицит хвойной древесины [5].

Руководство области отмечает необходимость совершенствования развития лесной отрасли [44]. Для решения поставленной задачи необходимо повышение эффективности мероприятий по планированию и ведению лесного хозяйства Новосибирской области, что невозможно без достоверной и современной информационной базы. Поэтому далее будут детально рассмотрены вопросы создания подсистемы цифровых картографических моделей лесных ресурсов Новосибирской области.

Источники исходных данных для создания подсистемы ЦКМЛР Новосибирской области.

Создание подсистемы ЦКМЛР подразумевает интеграцию следующих источников разнородных данных о лесных ресурсах Новосибирской области [215]:

- цифровая общегеографическая основа, актуализированная по данным Публичной кадастровой карты Росреестра;
- данные дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения, полученные в видимом диапазоне;
- планы лесоустройства на территорию районов области;
- отчетные данные Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области и Федерального агентства лесного хозяйства по Новосибирской области о качественных и количественных характеристиках лесов, а также об экономических показателях использования лесных ресурсов.

Особенности использования перечисленных источников для характеристики различных параметров лесного фонда Новосибирской области представлены на рисунке 5.11.



Рисунок 5.11 – Источники исходных данных, используемые для создания подсистемы ЦКМЛР Новосибирской области

Как видно из рисунка 5.11, цифровая общегеографическая основа вполне закономерно участвует в формировании всех цифровых картографических моделей, входящих в подсистему ЦКМЛР. Данные ДЗЗ используются для уточнения площадей, занятых лесной растительностью на ЦКМЛР, отображающих общую характеристику лесного фонда. Планы лесоустройства выступают основным источником данных для картографирования характеристик отдельных пород растительности. Данные Государственного лесного кадастра, проводимого под эгидой Федерального агентства лесного хозяйства РФ, формируют основную часть базы тематических данных ЦКМЛР, поскольку позволяют охарактеризовать современ-

менное состояние лесных ресурсов, их использование и восстановительные мероприятия. Информация о защите и восстановлении лесов также заимствуется из материалов Департамента природных ресурсов по Новосибирской области. Отчетные данные Федерального агентства и Департамента в основном представлены в статистической форме и потому нуждаются в пространственной привязке, однако это действие выполняется достаточно легко, поскольку собранные данные четко локализованы по административным районам Новосибирской области. Прочие виды исходных данных изначально представлены в картографической форме, что упрощает процесс их интеграции в базу тематических данных подсистемы ЦКМЛР. Представленная структура источников исходных данных обеспечивает полноту и современность информации, представленной на ЦКМЛР, достаточные для принятия обоснованных решений по планированию развития лесного хозяйства Новосибирской области.

Разработка тематического содержания подсистемы ЦКМЛР Новосибирской области.

Система ЦКМЛР Новосибирской области предназначена для систематизации и визуализации данных о современном состоянии и использовании лесонасаждений области. Объектом картографирования является лесной фонд области. Пользователями подсистемы ЦКМЛР являются специалисты региональных органов управления, ответственные за планирование промышленного использования лесного фонда, контроль его состояния и планирование лесовосстановительных мероприятий.

В соответствии с ранее разработанными принципами территориальной дифференциации объектов картографирования в системе ЦКМЛР региона и с учетом официально принятой в России иерархии единиц хозяйственного лесопользования [157], структура подсистемы ЦКМЛР характеризуется двумя уровнями территориального охвата:

– 1-й уровень: региональные ЦКМЛР, отображающие всю территорию Новосибирской области. Их задачей является отображение основных статистических

показателей состояния, использования и восстановления лесонасаждений для выявления основных тенденций изменения состояния лесного фонда и планирования перспективных направлений его использования. В качестве территориальной единицы картографирования выступает лесничество;

– 2-й уровень: топические ЦКМЛР, создаваемые на территорию отдельного лесничества. Их задача заключается в предоставлении более детальной (в сравнении с региональными ЦКМЛР) характеристики местного лесного фонда для планирования местного лесопользования, обоснованной корректуры лесного плана, учета природных факторов (прежде всего – рельефа) при ведении лесного хозяйства. Территориальной единицей картографирования являются технические участки лесничеств.

Тематическая база данных региональных ЦКМЛР включает в себя три смысловых группы:

– 1 смысловая группа «Состояние лесного фонда» охватывает ЦКМЛР, отображающие текущие эксплуатационные показатели лесного фонда Новосибирской области;

– 2 смысловая группа «Использование лесных ресурсов» характеризует степень и интенсивность использования лесных ресурсов в хозяйстве области;

– 3 смысловая группа «Охрана и восстановление лесов» отображает участки лесов, на которых природопользование ограничено или запрещено, а также мероприятия по лесовосстановлению.

В таблице А.1 (приложение А) приведены показатели картографирования, отображаемые на региональных ЦКМЛР. В соответствии с концепцией представления природно-ресурсных данных в виде ПРГМ, обоснованной в 2.4, они сгруппированы в наборы природно-ресурсных данных.

База тематических данных топических ЦКМЛР содержит более подробные (в сравнении с региональными ЦКМЛР) характеристики лесных ресурсов. Она состоит из четырех смысловых групп:

– 1-я смысловая группа «Общая характеристика лесничества» содержит основные показатели запасов древостоя на территории лесничества, их состояния и нарушенности;

– 2-я смысловая группа «Характеристика породного состава лесонасаждений» содержит детальные сведения о породном и возрастном составе лесонасаждений. В соответствии с классификацией, принятой на лесных планах РФ, в отдельные тематические группы выделена информация о сосновых, кедровых, еловых, пихтовых, березовых и прочих (ольховых, липовых и т. п.) лесонасаждениях;

– 3-я смысловая группа «Использование лесных ресурсов» содержит сведения об объемах изъятия лесных ресурсов в лесах различных категорий различными видами собственников (в том числе – арендаторами). Также охарактеризованы заготовка недревесных ресурсов и структура земельных угодий, расположенных на землях лесного фонда;

– в 4-ю смысловую группу «Восстановление лесных ресурсов» включены показатели, характеризующие лесовосстановительные, лесопожарные и лесопатологические мероприятия, а также действия по развитию инфраструктуры объектов лесного хозяйства.

Соответствующие показатели картографирования и их единицы измерения перечислены в таблице Б.1 (приложение Б).

Проектирование оформления системы ЦКМЛР.

Применение принципов системного подхода к разработке системы условных знаков ЦКМЛР позволяет свести все разнообразие картографируемых тематических показателей к следующим четырем смысловым группам:

– показатели обобщенной характеристики современного состояния лесных ресурсов;

– показатели характеристики современного состояния отдельных видов древесных пород (сосны, кедра, ели, березы и прочих лиственных пород);

– показатели использования лесных ресурсов;

– показатели защиты, охраны и восстановления лесных ресурсов.

Детальная проработка показателей картографирования тематического содержания ЦКМЛР, результаты которой представлены в таблице А.1 (см. приложение А) и таблице Б.1 (см. приложение Б), позволила сформировать перечень наиболее востребованных на ЦКМЛР способов картографического отображения:

- способ картограмм и способ картодиаграмм – для картографирования на региональных ЦКМЛР показателей, локализованных в границах лесничеств, которые совпадают с границами административных районов Новосибирской области;
- способ количественного фона – для картографирования возрастного состава конкретных пород древостоя на топических ЦКМЛР;
- способ изолиний – для картографирования высоты древостоя на топических ЦКМЛР;
- способ ареалов – для картографирования размещения площадей нарушенной растительности, водохозяйственных лесов, защитных лесов и пр.;
- способ значков – для отображения точечных объектов лесного хозяйства и лесной инфраструктуры (лесопитомников, пожарных наблюдательных пунктов, пасек и пр.).

Результаты выбора базовых цветов ЦКМЛР согласно колористическим принципам а) и б) (см. 4.4) представлены в таблице 5.2. Для большей детализации оформления ЦКМЛР четыре смысловых группы показателей картографирования были подразделены на подгруппы. Определение названий цветов и их координат осуществлялось с помощью онлайн-инструмента для подбора цветов и создания цветовых схем Colorscheme [100].

Таблица 5.2 – Базовые цвета для смысловых подгрупп системы условных обозначений ЦКМЛР

Наборы природно-ресурсных данных в составе базы тематических данных подсистемы ЦКМЛР	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Hex
<i>Смысловая группа 1. Общие характеристики лесных ресурсов</i>			
Общие характеристики лесного фонда	Ярко-зеленый	(102, 255, 0)	#66FF00

Окончание таблицы 5.2

Наборы природно-ресурсных данных в составе базы тематических данных подсистемы ЦКМЛР	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Hex
Характеристика хвойных лесонасаждений	Зелено-желтый	(173, 255, 47)	#ADFF2F
Характеристика лиственных лесонасаждений	Весенне-зеленый	(0, 255, 127)	#00FF7F
<i>Смысловая группа 2. Характеристика породного состава лесонасаждений</i>			
Характеристика сосновых лесонасаждений	Насыщенный оранжево-желтый	(255, 142, 13)	#FF8E0D
Характеристика кедровых лесонасаждений	Карминово-красный	(255, 0, 51)	#FF0033
Характеристика еловых лесонасаждений	Ярко-розовый	(252, 15, 192)	#FC0FC0
Характеристика березовых лесонасаждений	Лазурный	(0, 127, 255)	#007FFF
Характеристика прочих лиственных пород	Зеленый	(0, 128, 0)	#008000
<i>Смысловая группа 3. Использование лесных ресурсов</i>			
Эксплуатация древесных ресурсов	Бронзовый	(205, 127, 50)	#CD7F32
Эксплуатация древесных ресурсов арендаторами	Желто-золотой	(205, 164, 52)	#CDA434
Эксплуатация недревесных ресурсов	Хаки	(195, 176, 145)	#C3B091
Транспортная инфраструктура лесов	Тусклый серый	(105, 105, 105)	#696969
<i>Смысловая группа 4. Охрана, защита и восстановление лесного фонда</i>			
Характеристики охранных зон	Глубокий коралловый	(255, 64, 64)	#FF4040
Лесопатологические мероприятия	Розовая фуксия	(255, 119, 255)	#FF77FF
Лесопожарные мероприятия	Алый	(255, 36, 0)	#FF2400
Лесовосстановительные мероприятия	Зеленая сосна	(0, 125, 52)	#007D34

Как видно из таблицы 5.2, общие характеристики лесных ресурсов, а также показатели лесовосстановления отображаются базовыми цветами, каждый из которых представляет собой оттенок зеленого цвета, традиционно ассоциирующегося с растительным покровом. Для картографирования показателей использования лесного фонда предложены базовые цвета коричневых оттенков, ассоциирующиеся с древесиной, мебелью и прочими видами продукции лесодобывающей и лесоперерабатывающей промышленности. Показатели охраны и защиты лесов отображаются базовыми цветами красных и ярко-розовых оттенков, традиционно

ассоциирующихся с опасностью, напряженными и критическими ситуациями, необходимостью проявления повышенного внимания.

Однако, создавая собственное информационное поле, ЦКМЛР также должны характеризоваться преемственностью по отношению к традиционной продукции лесного картографирования, такой, как планы лесонасаждений, которые являются основным источником кадастровой и статистической информации о лесах, формирующим базу тематических данных подсистемы ЦКМЛР. Кроме того, ЦКМЛР, как и любые другие картографические продукты, должны расширять кругозор пользователей, раскрывая такие стороны объекта картографирования, с которыми пользователи прежде не сталкивались. Поэтому для смысловых подгрупп, объединяющих характеристики отдельных пород леса, использованы базовые цвета, совпадающие с цветами, традиционно применяемыми на планах лесонасаждений: оранжевый – для сосны, красный – для кедра, синий – для березы и т. п.

Детальная проработка оформления ЦКМЛР осуществлялась с опорой на колористические принципы в) и г) (см. 4.4) и связанные с ними формулы (4.6)–(4.9). Разработка внемасштабных условных знаков велась с опорой на соответствующие принципы, представленные в 4.4.

В таблице 5.3 приведены внемасштабные условные знаки для точечных объектов ЦКМЛР.

Таблица 5.3 – Внемасштабные условные знаки для точечных объектов ЦКМЛР

Наименование объектов картографирования	Условное обозначение	Цвет знака в координатной системе RGB
<i>Смысловая группа 3. Использование лесных ресурсов</i>		
Предприятия лесозаготовительной промышленности		(103, 62, 25)
Предприятия деревообрабатывающей промышленности: – предприятия по первичной обработке древесины;		(103, 62, 25)

Окончание таблицы 5.3

Наименование объектов картографирования	Условное обозначение	Цвет знака в координатной системе RGB
– предприятия по вторичной обработке древесины		(103, 62, 25)
Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности		(103, 62, 25)
Предприятия заготовки недревесных ресурсов		(112, 93, 62)
Предприятия заготовки пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений		(112, 93, 62)
Пасеки		(112, 93, 62)
<i>Смысловая группа 4. Охрана, защита и восстановление лесного фонда</i>		
Существующие пожарно-химические станции		(112, 19, 0)
Проектируемые пожарно-химические станции		(148, 145, 140)
Существующие пожарные наблюдательные вышки		(112, 19, 0)
Проектируемые пожарные наблюдательные вышки		(148, 145, 140)
Существующие места отдыха		(0, 66, 28)
Проектируемые места отдыха		(148, 145, 140)

Внемасштабные условные знаки, представленные в таблице 5.3, относятся только к двум смысловым группам: «Использование лесных ресурсов» и «Охрана, защита и восстановление лесных ресурсов». Принадлежность условного знака к той или иной смысловой группе и подгруппе внутри нее выражается цветом условного знака. Проектируемые объекты отображаются серым цветом.

В конструктивном плане все условные знаки состоят из двух графических элементов. Центральный элемент представляет собой символический рисунок, выражающий суть картографируемого явления или объекта. Для условных обозначений, входящих в третью смысловую группу, центральным элементом является стилизованное изображение производимой продукции (рисунок бревен в условном знаке лесозаготовительных предприятий, рисунок досок в условном знаке для предприятий первичной обработки древесины и т. п.). Для условных обозначений из четвертой смысловой группы в качестве центрального элемента выбран стилизованный внешний вид сооружений, заявленных в расшифровке условного знака (рисунок высотного сооружения для пожарных наблюдательных пунктов, рисунок дома под деревом для мест отдыха). Для пожарно-химических станций центральный элемент условного обозначения выражает суть данного объекта: защиту лесонасаждений от возгораний.

Второй графический элемент, входящий в конструкцию внемасштабных условных знаков ЦКМЛР, представляет собой рамку, обрамляющую центральный элемент знака. Рамки придают условным знакам завершенность, упрощают процесс их выявления пользователем при чтении ЦКМЛР и выражают качественные различия между картографируемыми объектами.

Для условных знаков предприятий по добыче и переработке лесных ресурсов выбрана круговая рамка, поскольку круг является наиболее легко опознаваемой геометрической фигурой, характеризующейся плавным гармоничным начертанием, которое ассоциируется с такими чертами картографируемых объектов, как стабильность и отлаженность производственных процессов.

Для условных обозначений организаций по обеспечению лесопожарной безопасности использованы ромбические рамки. Их угловатая форма наилучшим образом обеспечивает отличие от округлых условных знаков лесопромышленных предприятий и создает ощущение нестабильности, неуравновешенности, необходимости действия.

Для условных обозначений мест отдыха использована прямоугольная рамка. Прямоугольник, в отличие от ранее использованных геометрических фигур, имеет лишь две оси симметрии и в силу этого достаточно четко отличается от них, обеспечивая хорошую различимость условного знака мест отдыха от прочих знаков. Кроме того, прямоугольник, в силу большей протяженности по горизонтали, чем по вертикали, формирует впечатление устойчивости, стабильности, покоя, а именно эти ощущения ассоциируются у пользователей с понятием отдыха на природе.

Количественные характеристики картографируемых объектов, а именно – объем продукции, производимой лесопромышленными предприятиями, передаются размером (радиусом) соответствующих условных знаков. По данному показателю все предприятия подразделены на крупные и мелкие. Размеры (радиусы) условных знаков для крупных и мелких предприятий отличаются в 1,5 раза, что обеспечивает их хорошую различимость на цифровой картографической модели.

Таким образом, разработанная система внемасштабных условных знаков ЦКМЛР обеспечивает передачу как качественных, так и количественных параметров картографируемых объектов, отличается высокой наглядностью и обеспечивает легкость восприятия ЦКМЛР пользователем.

Общая технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМЛР.

В соответствии с технологией создания ЦКМЛР для специалистов в области управления природными ресурсами, охарактеризованной в 4-м разделе диссертационной работы, интеграция и визуализация запрошенных пользователем разнородных исходных данных о лесных ресурсах осуществляется в технологической последовательности, представленной на рисунке 5.12 [198].

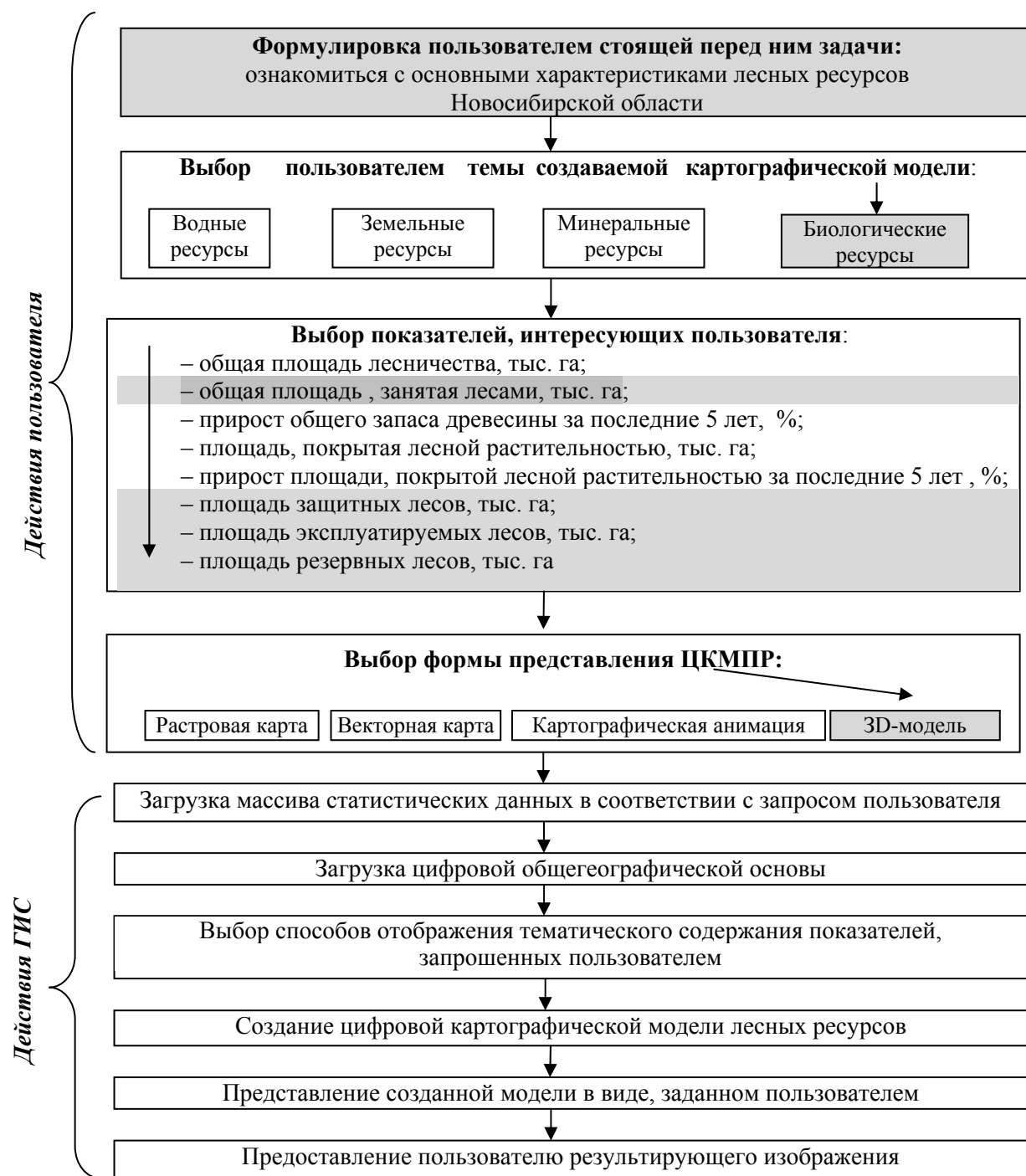


Рисунок 5.12 – Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМЛР

На рисунке 5.13 приведен вид окна формулировки запроса при обращении пользователя к системе ЦКМЛР. Последовательность действий соответствует логической схеме формализованного выполнения пользовательского запроса, представленной в 4-м разделе диссертационной работы.

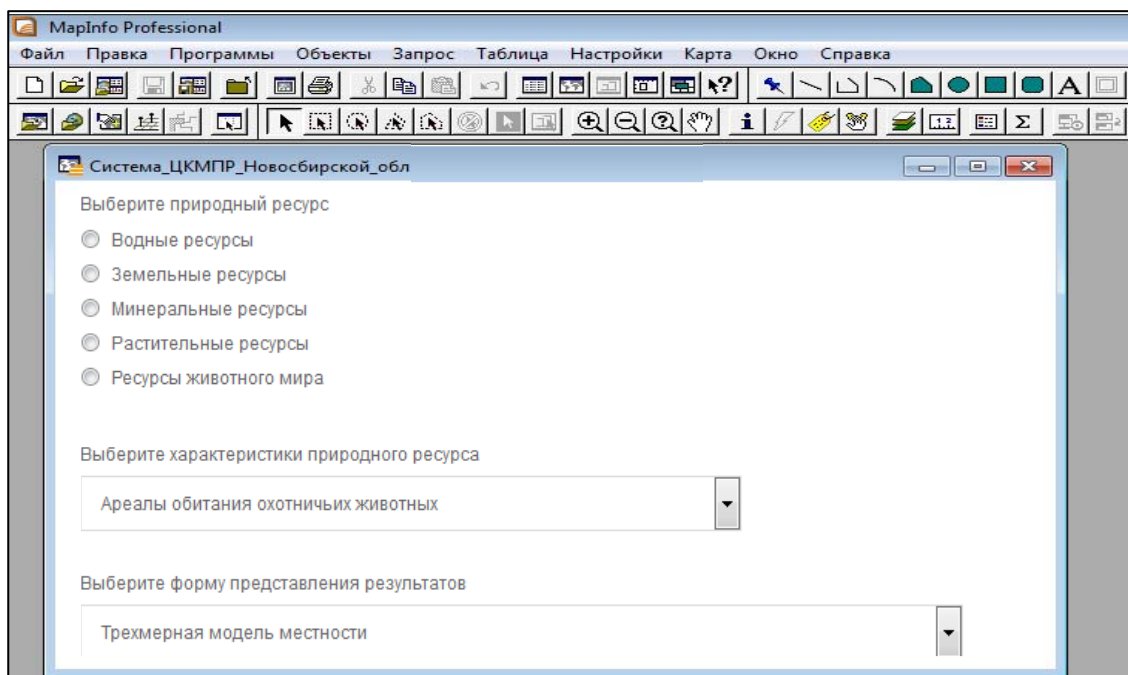


Рисунок 5.13 – Окно пользовательского запроса при обращении к подсистеме ЦКМЛР Новосибирской области

Различные формы представления ЦКМЛР, создаваемых по запросу пользователя, будут более подробно охарактеризованы в следующем подразделе диссертационной работы.

5.4 Создание картографического обеспечения для решения задач по управлению природными ресурсами в подсистеме цифровых картографических моделей лесных ресурсов Новосибирской области

Лесной план Новосибирской области определяет круг задач, решение которых обеспечит устойчивое развитие и использование лесных ресурсов области. Перечень включает в себя [158]: совершенствование системы управления лесным фондом и лесами, не входящими в лесной фонд; совершенствование организации использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов; совершенствование государственного лесного контроля и надзора. Далее в тексте плана разработчиками отмечается невозможность решения перечисленных задач без использования ГИС-технологий. Исходя из этого, ими определены «разработка и создание высокоэффективных

методов и технологий получения достоверной и оперативной информации о лесах» как одно из приоритетных направлений научных исследований в области лесного хозяйства [158].

Подсистема ЦКМЛР Новосибирской области представляет собой картографическое обеспечение для решения вышеперечисленных задач, отвечающее за интеграцию, обработку, визуализацию и предоставление пользователям достоверных и актуальных данных о лесных ресурсах области [200]. Характеристика ее входных и выходных параметров представлена на рисунке 5.14.



Рисунок 5.14 – Входные и выходные параметры подсистемы ЦКМЛР Новосибирского района

Как было определено в 4-м разделе диссертационной работы, разнообразие практических задач, решаемых с помощью ЦКМПР, можно свести к четырем типовым задачам, заключающимся в общем ознакомлении с показателями состояния ресурса, определении ресурсообеспеченности, изучении структурного состава ресурса и динамики его запасов. Эти действия являются ключевыми для планирования мероприятий по дальнейшему использованию и воспроизводству ресурса, а цифровые картографические модели соответствующего содержания выступают как средство визуализации и анализа запрошенных пользователем данных.

Задача первичного ознакомления с показателями состояния ресурса выполняется на начальной стадии разработки региональных и локальных планов, программ и прочих руководящих документов по планированию использования природных ресурсов. Применительно к лесным ресурсам эта задача заключается в изучении особенностей пространственного размещения лесных массивов по территории региона или единицы внутреннего территориального деления региона и выявлении их основных производственных характеристик (эксплуатационная группа, породный состав, возраст, транспортная доступность). Учитывая достаточно ограниченный перечень отображаемых показателей картографирования и необходимость обеспечения высокой наглядности создаваемой ЦКМПР, картографическое обеспечение для решения данной задачи рекомендуется реализовывать в виде трехмерных цифровых картографических моделей. Это оптимизирует визуальный доступ к картографируемой информации за счет более высокой реалистичности изображения в сравнении с традиционными двухмерными картами. В зависимости от требования пользователя создаваемые трехмерные ЦКМПР могут быть как статичными, то есть отображать картографируемую территорию с одного определенного ракурса, так и динамическими, то есть предоставлять возможность рассмотрения территории под разными углами зрения. При этом в координатной системе создаваемой ЦКМПР в качестве аппликат могут выступать как абсолютные высоты местности, так и один из тематических показателей кар-

тографирования. В первом случае создаваемая ЦКМЛР будет представлять собой цифровую модель местности, дополненную набором данных о лесных ресурсах (рисунок 5.15).

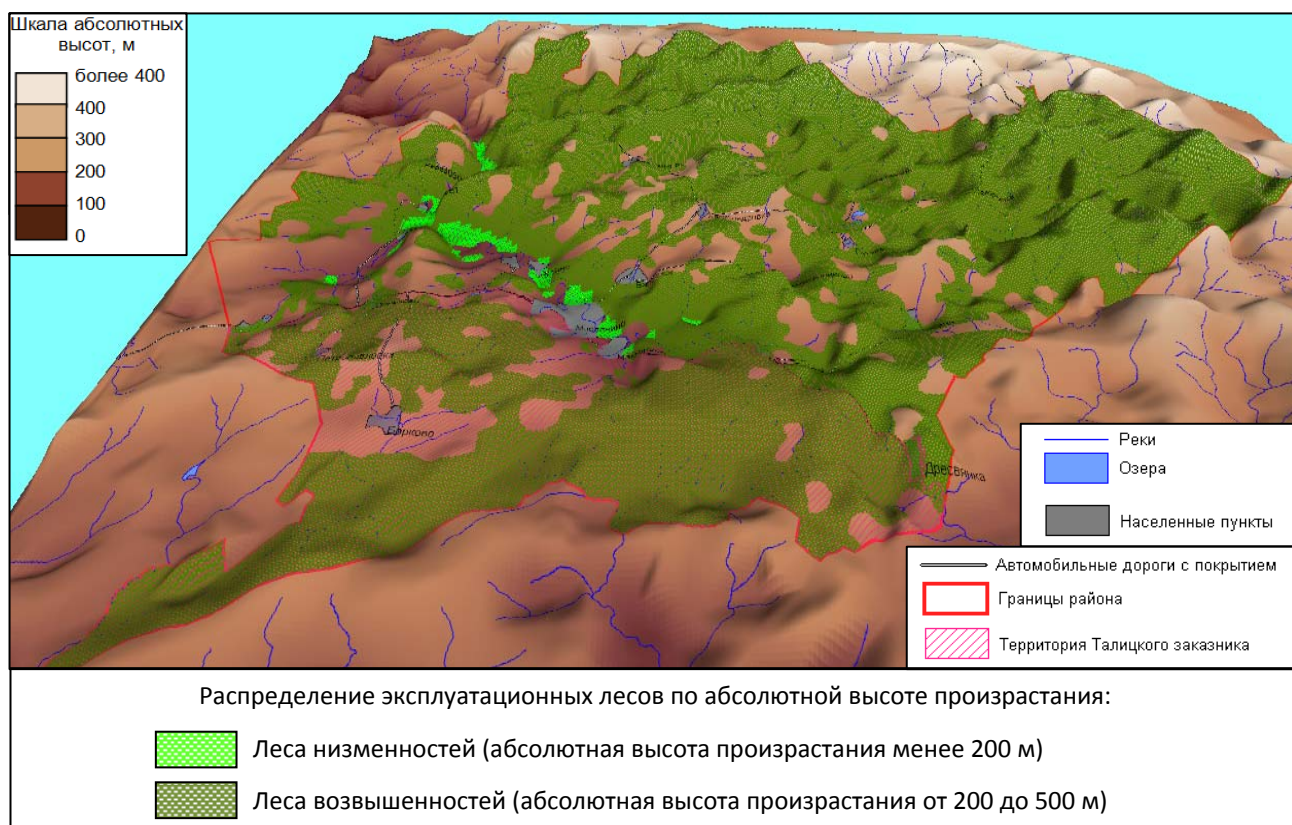


Рисунок 5.15 – Эксплуатационные леса Маслянинского района Новосибирской области (трехмерная статичная форма представления ЦКМЛР)

Во втором случае аппликата используется для визуализации значений конкретного количественного показателя состояния или использования ресурса. Например, на рисунке 5.16 таким способом передан общий средний прирост древесины в пределах административных районов Новосибирской области.

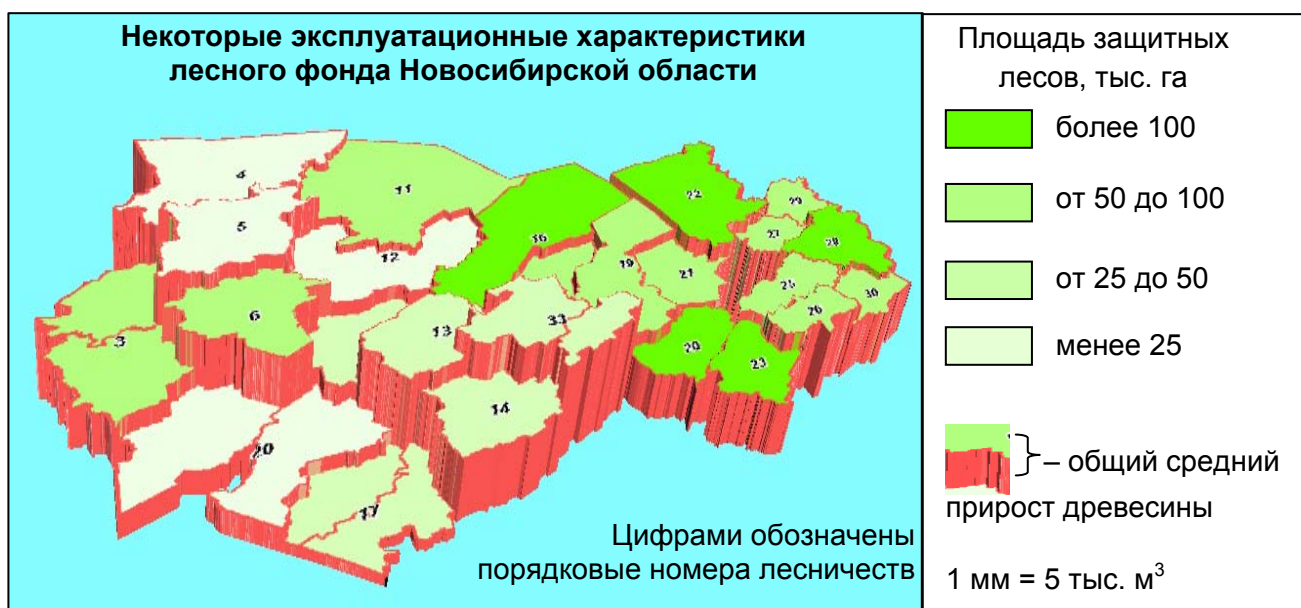


Рисунок 5.16 – Трехмерное моделирование характеристики природного ресурса на ЦКМЛР Новосибирской области

Решение таких задач, как определение ресурсообеспеченности или детальное изучение различных аспектов состояния ресурса, требует создания картографического обеспечения, характеризующегося высокой информационной нагрузкой и позволяющего моделировать и отображать отдельные показатели и характеристики, интересующие пользователя. Здесь важную роль играют трехмерные ЦКМЛР, отображающие частные показатели состояния лесных ресурсов (возрастные категории, наличие нарушенных участков леса, прирост запасов древесины, объемы рубок различного назначения и т. п.), а также позволяют устанавливать пространственную корреляцию картографируемых показателей между собой или во взаимосвязи с рельефом. На рисунке 5.17 показаны различные варианты зонирования лесного массива с учетом трех критериев: породы древостоя, возраста древостоя и крутизны склона. Зонирование позволило выделить участки леса, рекомендованные для рубок главного пользования (т. е. спелые и перестойные леса), произрастающие на территориях с пологим уклоном (менее 6°) и характеризующиеся более низким риском развития эрозии почв, и участки леса, произрастающие на территориях с более крутыми склонами и более высоким риском эрозии.

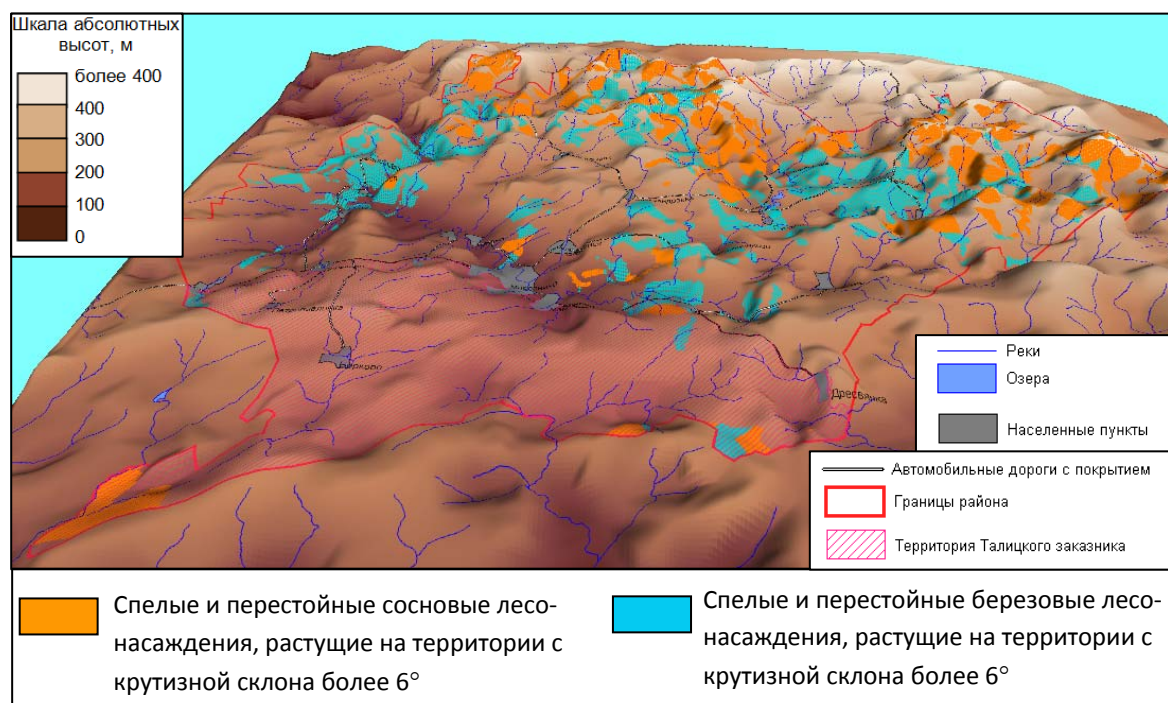
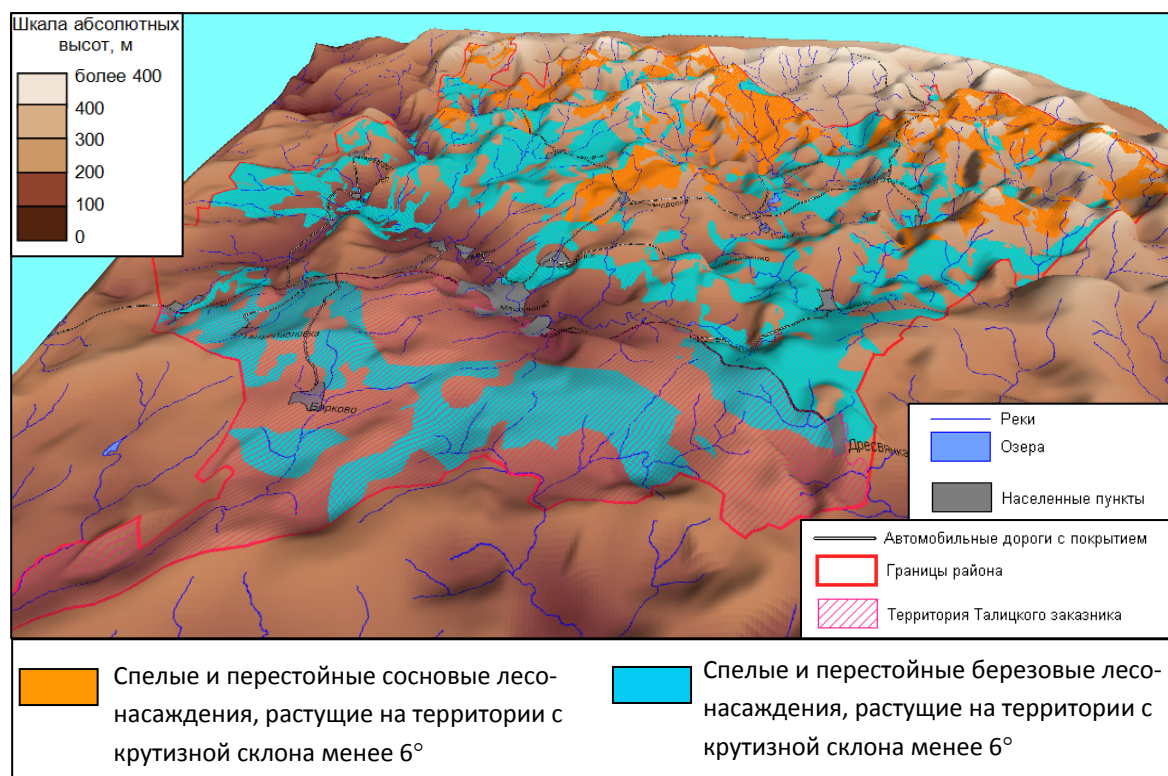


Рисунок 5.17 – Визуализация результатов анализа характеристик породы, возраста древостоя и крутизны склона

Трехмерные ЦКМЛР также незаменимы при установлении взаимосвязи между характеристиками лесных ресурсов и физико-географическими параметрами территории. На рисунке 5.18 выделены березовые и сосновые лесонасаждения, произрастающие на южных (с экспозицией от 135° до 225°) склонах и вследствие лучшей инсоляции обладающие более высокими таксационными параметрами (средняя высота, средний диаметр, средний и текущий прирост и т. п.). Поскольку при традиционной компоновке, когда север находится в верхней части картографического изображения, южные склоны, удаленные от зрителя, частично заслоняются формами рельефа, находящимися на переднем плане, в данном случае применена нестандартная компоновка с поворотом картографического изображения на 90° , когда север находится не в верхней, а в левой части изображения.

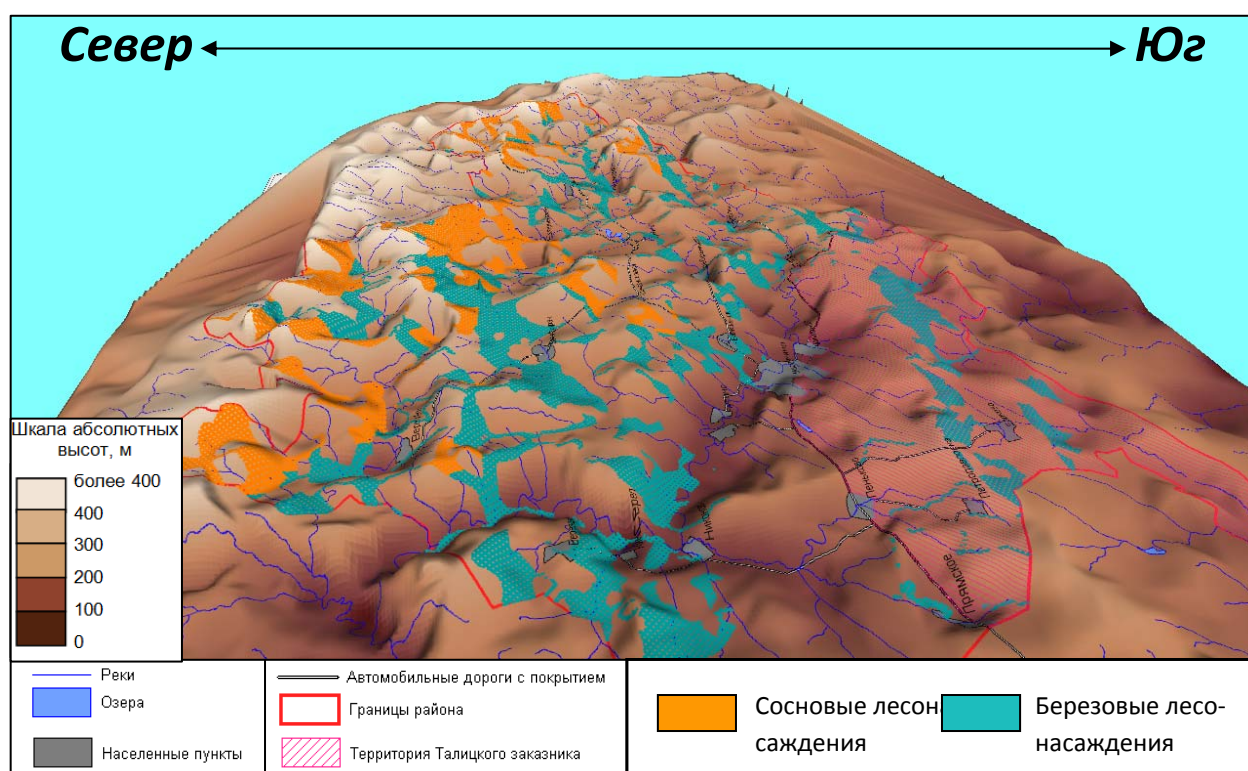


Рисунок 5.18 – Цифровая картографическая модель, отображающая взаимосвязь экспозиции склонов и пород растительности Маслянинского района Новосибирской области

Повышению эффективности удовлетворения информационных потребностей пользователя способствует реализация ЦКМЛР в виде трехмерных видеосцен, которые обеспечивают круговой обзор исследуемой территории. На рисунке 5.19 представлена серия ключевых кадров трехмерной динамичной ЦКМЛР Маслянинского района Новосибирской области.

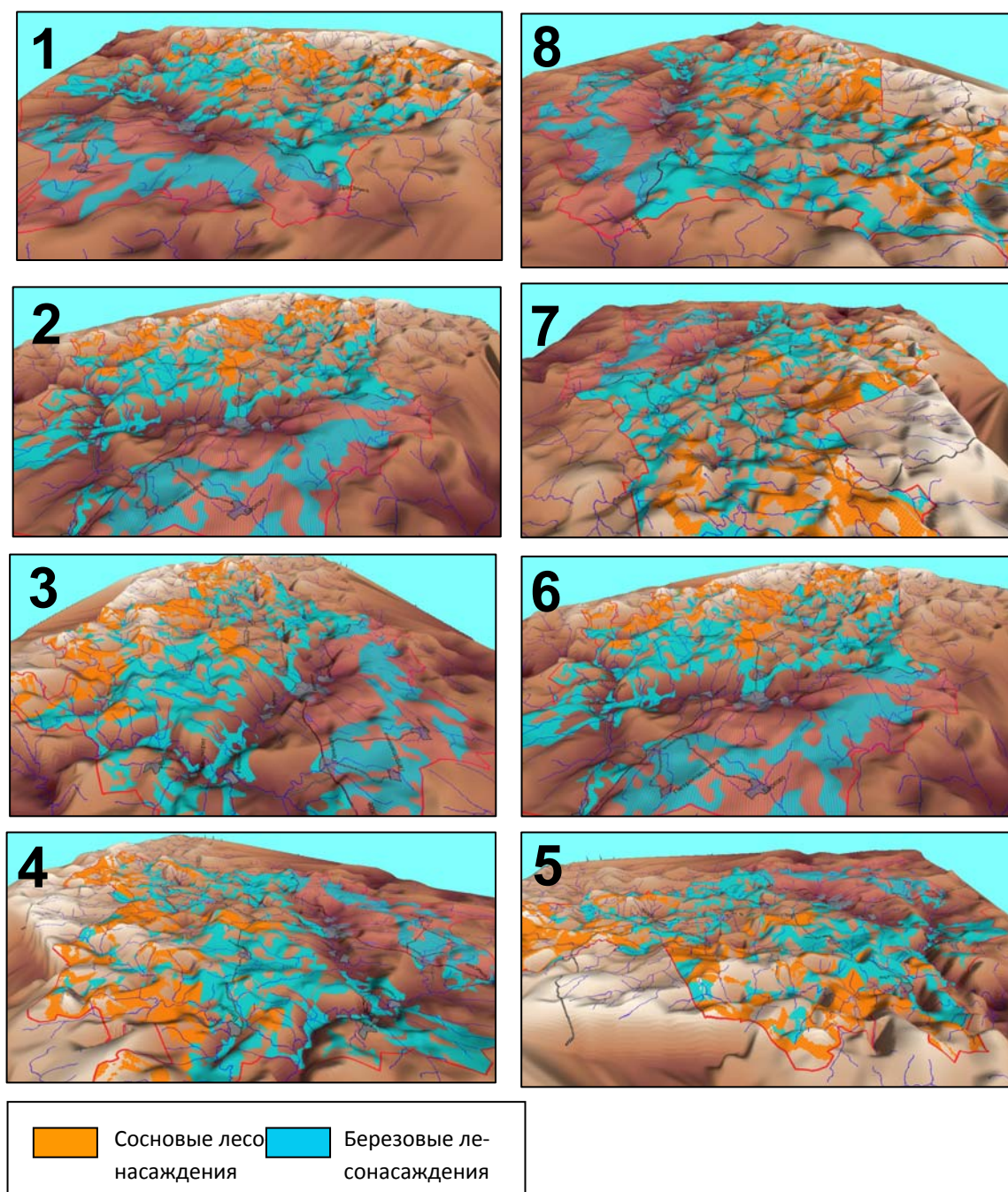


Рисунок 5.19 – Последовательность ключевых кадров для трехмерной динамичной ЦКМЛР Маслянинского района Новосибирской области

Возможности трехмерного моделирования могут также применяться для более наглядной передачи наиболее актуальных и характеристичных показателей состояния и использования природных ресурсов (рисунок 5.20).

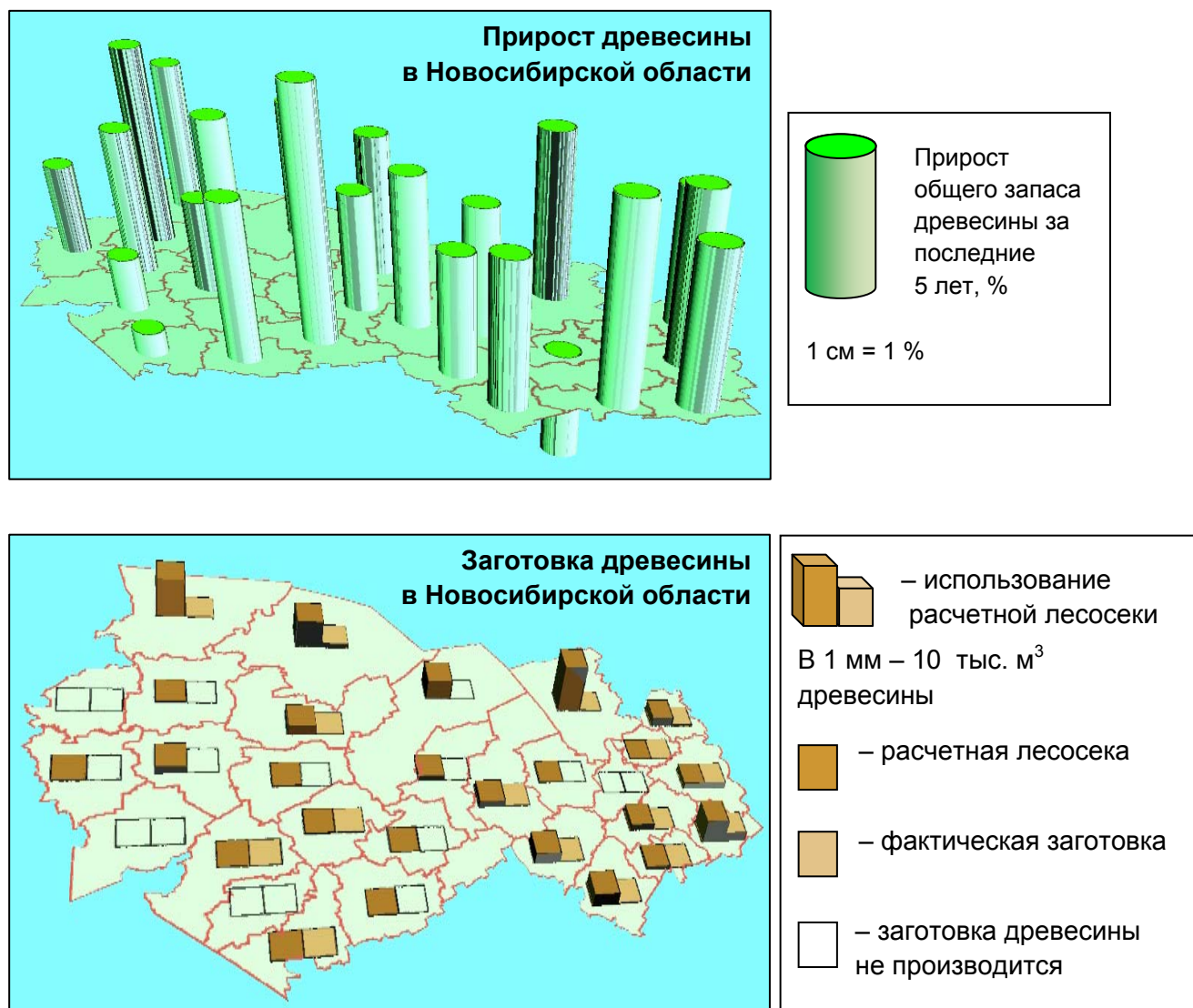


Рисунок 5.20 – Трехмерное отображение отдельных показателей состояния и использования природных ресурсов

Однако, учитывая ранее установленные ограничения по количеству показателей картографирования, одномоментно отображаемых на ЦКМПР (см. таблицу 4.3), целесообразно создавать картографическое обеспечение для детального исследования состояния ресурса не только в трехмерной, но и в двухмерной фор-

ме. Двухмерные картографические произведения могут уступать наглядностью трехмерным ЦКМЛР, но превосходить их информативностью тематического содержания. Так, например, трехмерная ЦКМЛР, представленная на рисунке 5.21, отображает только один показатель картографирования – возраст сосновых лесонасаждений, в то время как традиционная двухмерная форма представления ЦКМЛР (рисунок 5.22) содержит сведения о четырех показателях (общая площадь лесонасаждений, общий запас древесины, динамика удельного веса хвойных и лиственных лесонасаждений).

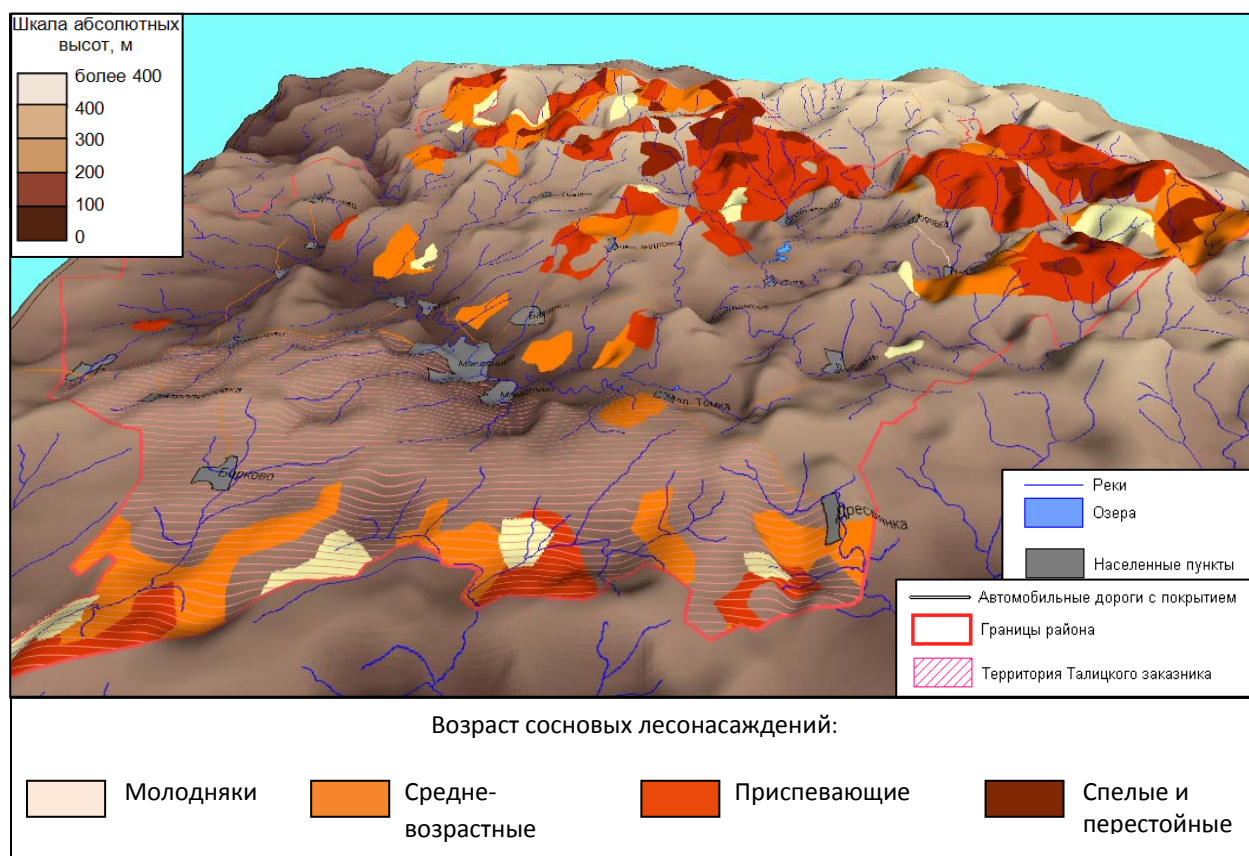


Рисунок 5.21 – Моделирование возраста сосновых лесонасаждений
Маслянинского района Новосибирской области
(трехмерная статичная форма представления)

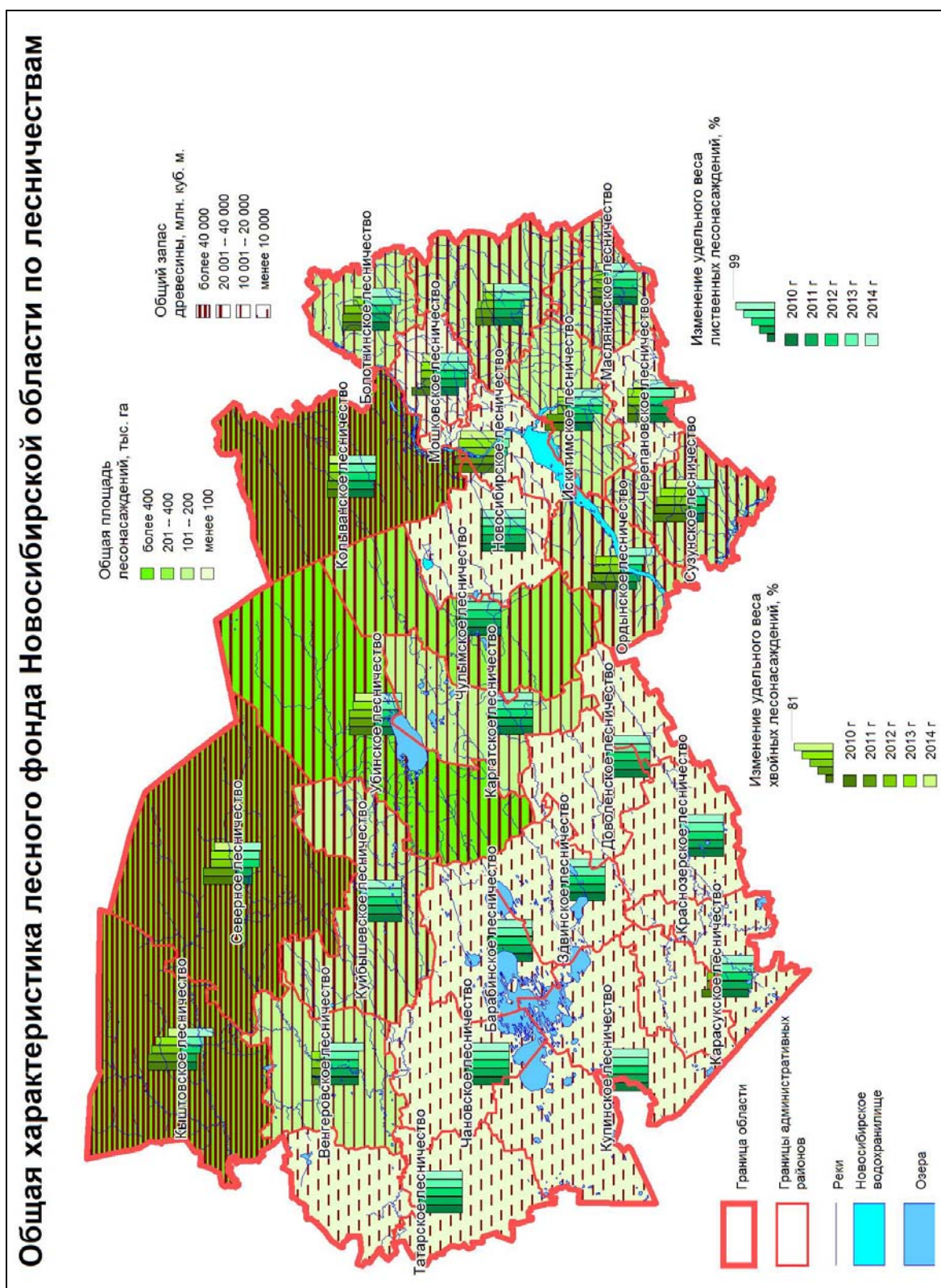


Рисунок 5.22 – Двухмерная статичная форма представления ЦКМЛР
Новосибирской области

Картографическое обеспечение для решения четвертой типовой задачи, связанной с изучением динамики показателей состояния и использования природных ресурсов, целесообразно представлять в форме картографических анимаций, в особенности, если необходимо отразить временную динамику. Такие анимации особенно рекомендованы для оценки многолетних изменений структурных параметров лесонасаждений или объемов их добычи и использования. Эти анимации могут быть как двухмерными (рисунок 5.23), так и трехмерными (рисунок 5.24).

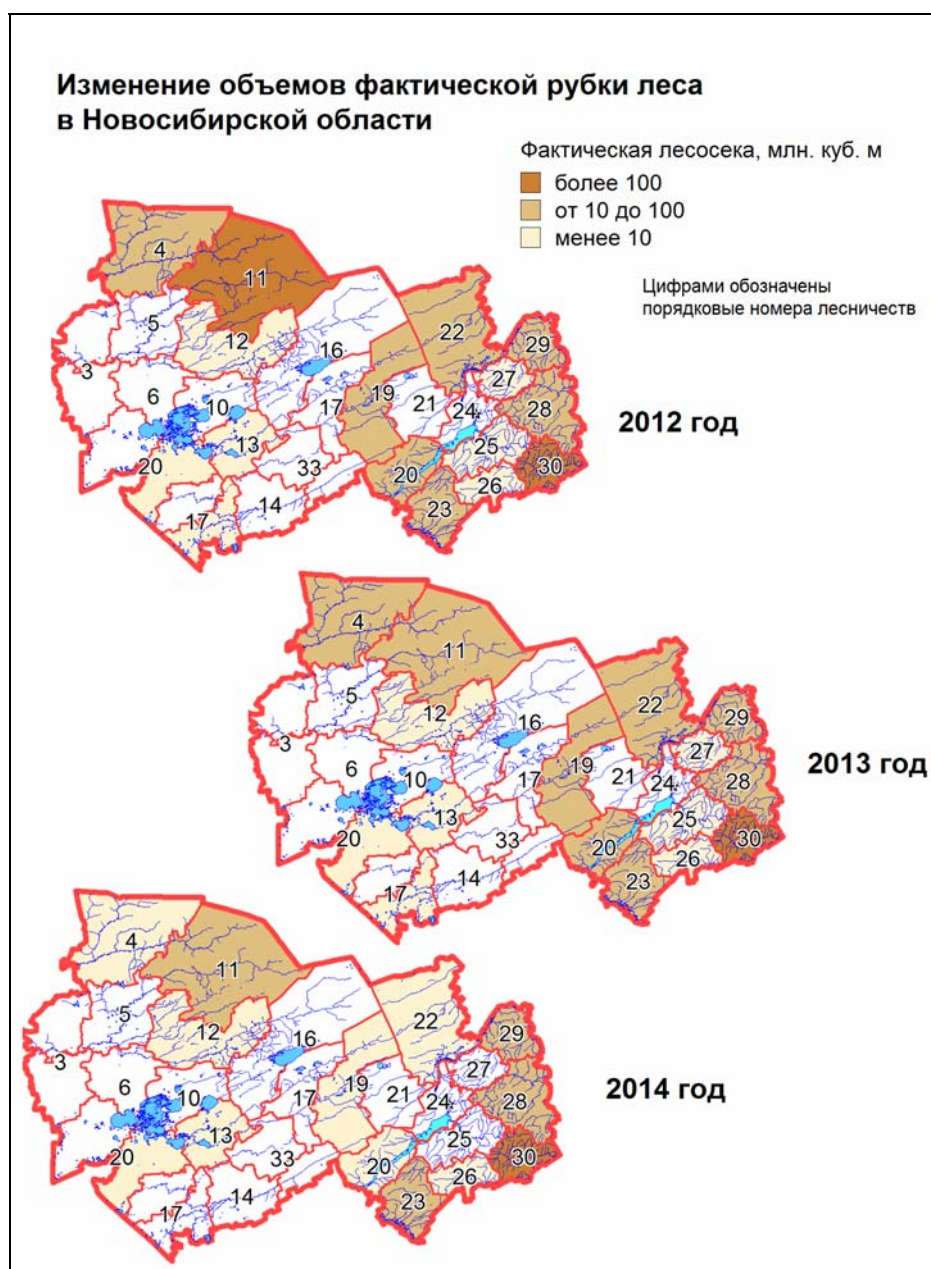


Рисунок 5.23 – Двухмерная картографическая анимация показателя использования лесного фонда (покадровое отображение)

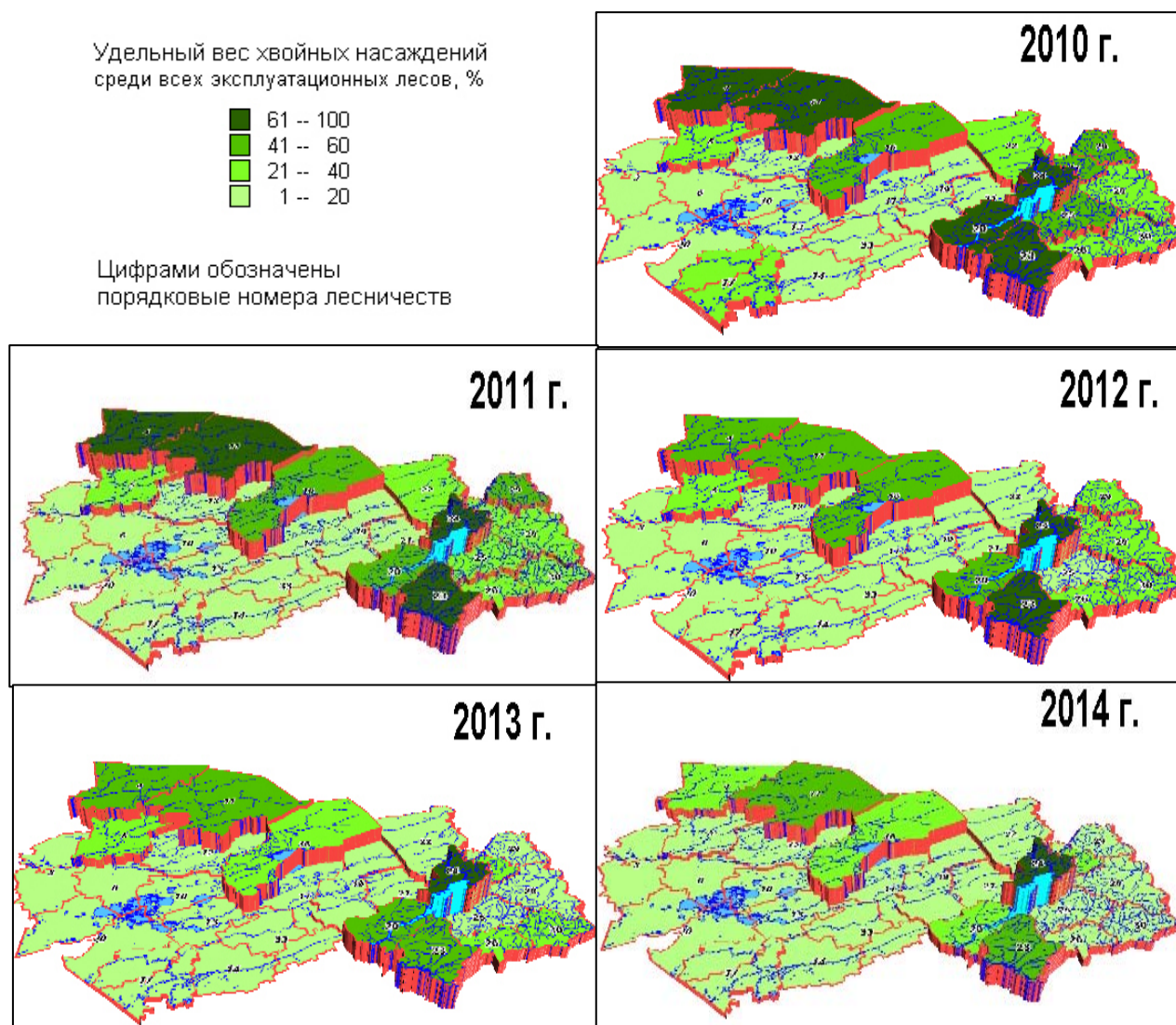


Рисунок 5.24 – Трехмерная картографическая анимация распределения хвойных лесонасаждений (покадровое отображение)

Цифровые картографические модели, входящие в состав системы ЦКМПР региона, могут отображать как количественные показатели состояния природных ресурсов, так и результаты зонирования территории по уровню картографируемого показателя (или ряда показателей) [185]. В первом случае пользователь получает цифровое картографическое произведение, характеризующее достаточно широкий спектр количественных показателей состояния и использования ресурса, на основании которого он может формулировать собственные выводы и умозаключения посредством визуального анализа. На рисунке 5.25 представлена картографическая визуализация ряда запрошенных пользователем показателей, кото-

рые характеризуют запасы лесных ресурсов Новосибирской области, объем их использования, транспортную доступность территории и проводимые мероприятия по лесовосстановлению.



Рисунок 5.25 – Картографическая визуализация ряда показателей современного состояния и использования лесных ресурсов Новосибирской области

Во втором случае пользователю предлагается визуализация результатов зонирования территории региона в зависимости от уровня выраженности запрошенного пользователем показателя (или показателей) картографирования, который может квалифицироваться как высокий, средний или низкий. Уровень выраженности определяется исходя из разброса количественных значений картографируемого показателя. Особенности взаимного сочетания уровней выраженности различных показателей состояния, использования и восстановления природных ресурсов позволяют определить мероприятия по дальнейшей эксплуатации ресурса

и связанной с ним инфраструктуры. Пример подобного картографического произведения приведен на рисунке 5.26. В качестве исходных данных для представленного на этом рисунке зонирования области использовались количественные сведения, отображенные на цифровой картографической модели «Некоторые показатели эксплуатации и восстановления лесного фонда Новосибирской области» (см. рисунок 5.25).

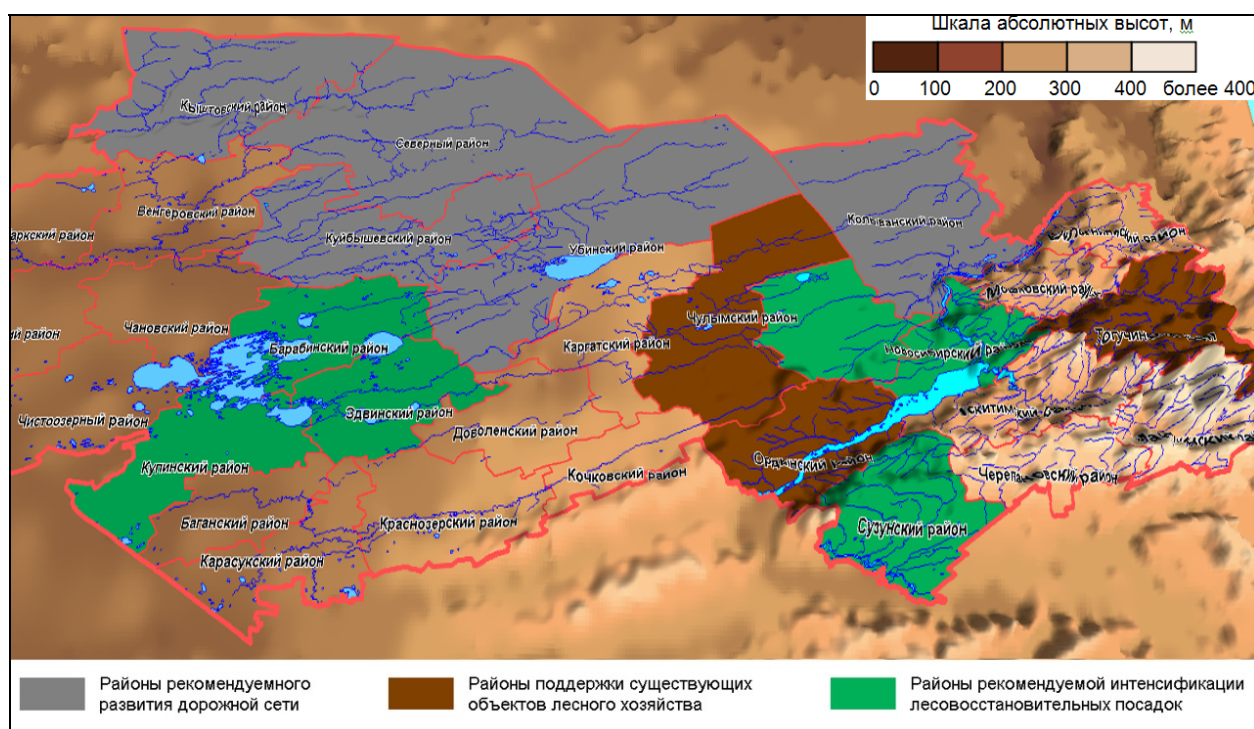


Рисунок 5.26 – Направления перспективного развития лесного хозяйства Новосибирской области (источник исходных данных – цифровая картографическая модель, представленная на рисунке 5.25)

Цифровая картографическая модель, представленная на рисунке 5.26, отображает результаты зонирования районов Новосибирской области в соответствии со следующими условиями, сформулированными в пользовательском запросе:

– выделить районы, характеризующиеся низкой обеспеченностью транспортными путями при среднем или высоком уровне запасов древесины (серый

цвет на рисунке 5.26). Эти районы будут отнесены к категории территорий первоочередного развития дорожной сети для вывоза добываемого леса;

– выделить районы, характеризующиеся средним или высоким уровнем запаса древесины, средним или высоким уровнем объема лесозаготовок и средним или высоким уровнем посадки лесных культур (коричневый цвет на рисунке 5.26). Эти районы, хорошо обеспеченные лесными ресурсами, с развитой сетью существующих лесодобывающих объектов и достаточным объемом лесовосстановительных мероприятий будут квалифицированы как территории, на которых следует сконцентрировать усилия по организационной и экономической поддержке существующих лесодобывающих предприятий (льготные условия для модернизации оборудования, налоговые льготы, подготовка высококвалифицированного управляющего персонала путем участия предприятий в программах целевого обучения и т. п.);

– выделить районы, характеризующиеся средним или низким уровнем запаса древесины и низким уровнем посадок лесных культур (зеленый цвет на рисунке 5.26). Эти районы будут квалифицированы как остро нуждающиеся в лесовосстановительных мероприятиях и соответствующей коррекции направления развития местного лесного хозяйства.

Таким образом, подсистема ЦКМЛР Новосибирской области обеспечивает создание разнообразного картографического обеспечения для инвентаризации современного состояния, использования лесных ресурсов и планирования лесохозяйственных и лесовосстановительных мероприятий с учетом специфики развития лесного хозяйства в конкретных районах области.

5.5 Основные положения по проектированию подсистемы цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов региона

Рациональное использование и охрана животного населения – одна из насущных проблем, которая встает при планировании и ведении рационального природопользования в региональных масштабах.

Фаунистические ресурсы, или ресурсы животного мира, – это часть ресурсов консументов, непосредственно использующаяся в охотничьем, рыбном и других видах хозяйства, основанных на промыслах [307]. Однако в настоящее время, помимо экономического значения фаунистических ресурсов, необходимо учитывать и их экологическое значение (рисунок 5.27 [204]).

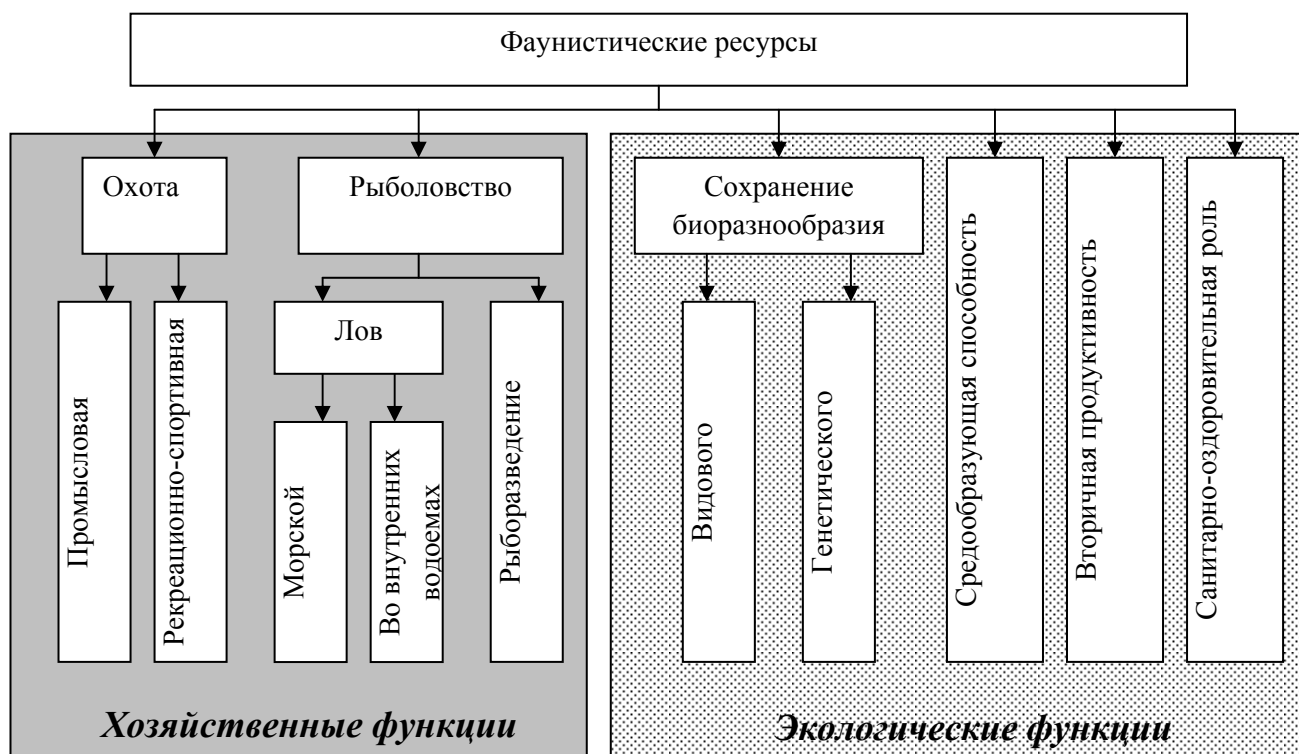


Рисунок 5.27 – Дерево функций подсистемы фаунистических ресурсов региона

Комплексная роль фаунистических ресурсов в экосистемах региона вызывает необходимость разностороннего учета их состояния и планирования использования. Эффективным средством решения этой проблемы является создание подсистемы цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов (ЦКМФР) региона (рисунок 5.28) [205]. Она позволяет систематизировать и визуализировать разнородные данные о видах животного населения, играющих значительную роль в экономических процессах региона, а также влияющих на состояние смежных природных ресурсов.

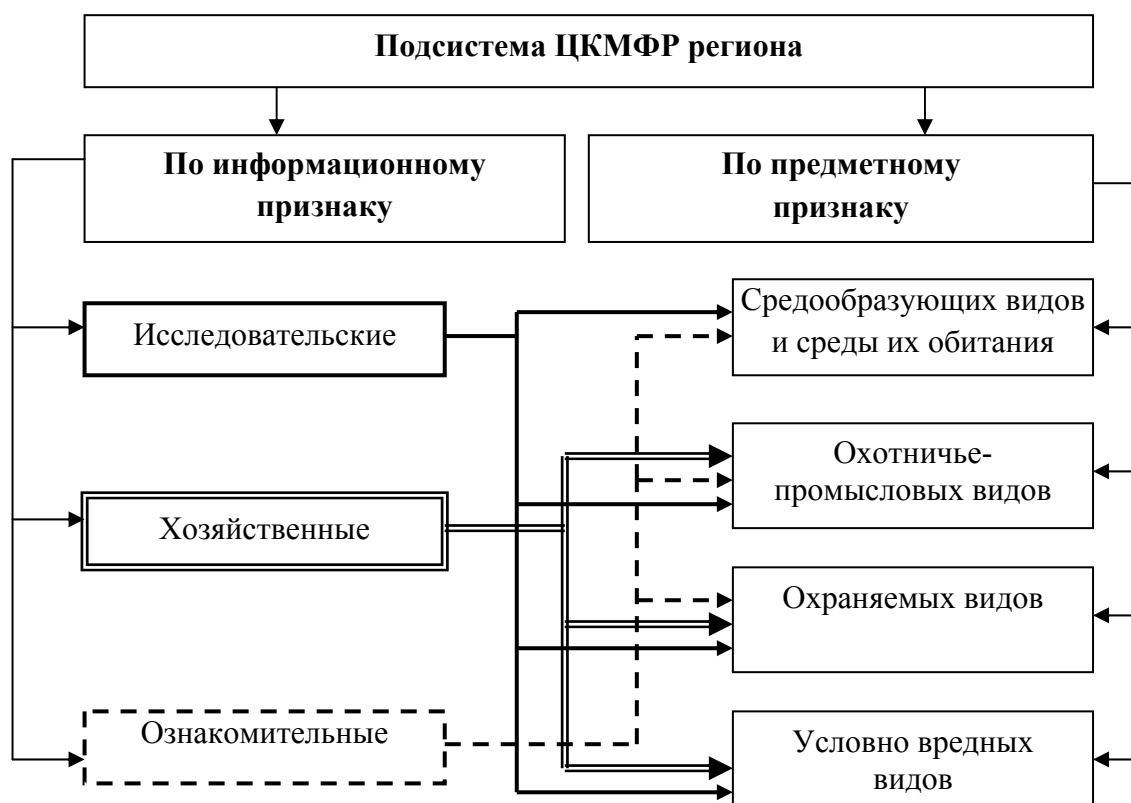


Рисунок 5.28 – Структура подсистемы ЦКМФР региона

В соответствии с ранее сформулированным информационным признаком ЦКМФР можно выделить следующие виды ЦКМФР, предназначенные для различных групп пользователей [205]:

– исследовательские ЦКМФР – предназначены для сотрудников региональных научно-исследовательских организаций в сфере биологии, экологии, ресурсосведения и природопользования. Их тематическое содержание включает в себя достоверную информацию о местах обитания биологических видов, пространственно-временной динамике видового состава, лимитирующих факторах и пр., изложенную с использованием узкоспециальных понятий и показателей. Это позволяет использовать исследовательские ЦКМФР для инвентаризации обитающих на данной территории видов, оценки видового богатства и отображения взаимосвязей между видами. Примером исследовательских ЦКМФР являются карты экологического разнообразия, карты видового разнообразия организмов и пр.;

– хозяйственные ЦКМФР предназначены для органов регионального управления в области природных ресурсов, охраны природы, охоты и рыболовства; для хозяйствующих субъектов региона, ведущих промышленную добычу охотничье-промысловых видов или организующих охотничий и рыболовный туризм и спорт. Они отображают основные закономерности распространения охотничье-промысловых и охраняемых видов по территории региона, а также изменение их численности. Данный вид ЦКМФР является наиболее сложным с позиций картографических работ, поскольку их назначение состоит в том, чтобы визуализировать сформулированные специалистами тенденции и закономерности изменения животного мира наглядно и понятно пользователю. Процесс создания хозяйственных ЦКМФР требует тесного творческого сотрудничества картографов со специалистами в области биогеографии и зоогеографии, способными выделить основные тенденции в изменениях популяций;

– ознакомительные ЦКМФР предназначены для широкого круга пользователей, в индивидуальном режиме занимающихся спортивной, любительской и трофейной охотой, а также краеведов и членов общественных организаций, посвященных охране окружающей среды. Они отражают достаточно обобщенную информацию о распространении по территории охотничье-промысловых или охраняемых видов. Данная категория ЦКМФР должна отличаться особенно выразительным оформлением и должна быть составлена в понятной пользователям терминологии. По сути, ознакомительные ЦКМФР создаются на основе хозяйственных ЦКМФР, но со значительными обобщениями и упрощениями в части подробности показа тематического содержания.

По предметному признаку, определяющему широту тематического содержания ЦКМФР, внутри подсистемы ЦКМФР выделяются следующие подвиды:

– цифровые картографические модели средообразующих видов и среды их обитания, которые визуализируют особенности территориального размещения видов животных, являющихся эдификаторами ландшафтов картографируемого региона, а также ландшафтное зонирование территории региона для формирова-

ния у пользователя более полного представления о среде обитания животных ресурсов региона;

– цифровые картографические модели охотничье-промысловых видов, которые характеризуют особенности расселения и численность видов животных, в соответствии с федеральным и региональным законодательством разрешенных к промысловой, спортивной и любительской охоте. В Новосибирской области такими видами являются лось, кабан, волк, рысь, росомаха, косуля сибирская, медведь бурый, сурок серый, лисица, бобр европейский, енотовидная собака, белка обыкновенная, белка-летяга, лесная куница, корсак, соболь, барсук, бурундук, ондатра, норка американская, колонок, хорь степной, горностай, заяц-беляк, заяц-русак, боровая дичь (кроме вальдшнепа), серая ворона, грач, дрозд [224, 225];

– цифровые картографические модели охраняемых видов, которые характеризуют особенности расселения видов животных, занесенных в Красную книгу РФ, а также в региональные и местные книги. В Новосибирской области насчитывается 148 охраняемых видов, из них 10 видов млекопитающих, 77 видов птиц, девять видов рыб, один вид рептилий, 58 видов насекомых и два вида малоцветниковых кольчецов [149, 150];

– цифровые картографические модели условно вредных видов животных, которые отображают ареалы обитания видов, являющихся карантинными вредителями сельского и лесного хозяйства или переносящих природно-очаговые инфекции и представляющих собой потенциальную угрозу для здоровья населения. В Новосибирской области к карантинным вредителям сельского хозяйства отнесены колорадский жук [237], к вредителям лесного хозяйства – непарный шелкопряд, сибирский шелкопряд, большой еловый лубоед, черный хвойный усач, черный сосновый усач, большой черный еловый усач, малый черный еловый усач [286]. Потенциальную угрозу для здоровья населения представляет иксодовый клещ, являющийся переносчиком клещевого энцефалита – природно-очаговой вирусной инфекции [94, 163, 245, 256, 291].

Источники исходных данных для создания подсистемы ЦКМФР Новосибирской области.

Подсистема ЦКМФР Новосибирской области формируется в ходе интеграции следующих источников разнородных данных о фаунистических ресурсах [215]:

- цифровая общегеографическая основа, актуализированная по данным Публичной кадастровой карты Росреестра;
- данные о ландшафтном районировании территории, представленные в виде картографических материалов, полученных из официальных достоверных источников (ранее изданные произведения регионального ландшафтного картографирования);
- статистические данные учета охотничьих животных, проводимого ФГУ «Центрохотконтроль» при Министерстве сельского хозяйства РФ;
- статистические отчетные данные лесопатологического мониторинга, проводимого Федеральным агентством лесного хозяйства при Министерстве природных ресурсов РФ;
- данные Красных книг РФ и Новосибирской области, представленные в виде картографических материалов, сопровождающих видовые очерки;
- статистические данные эпизоотического мониторинга вредителей сельского хозяйства, проводимого ФГБУ «Россельхозцентр» при Министерстве сельского хозяйства РФ;
- статистические данные ежегодной отчетности охотничьих хозяйств по форме 2ТП (охота), собираемые Федеральной службой государственной статистики РФ.

Особенности использования вышеперечисленных источников для характеристики смысловых групп показателей картографирования в подсистеме ЦКМФР представлены на рисунке 5.29.



Рисунок 5.29 – Источники исходных данных для создания подсистемы ЦКМФР Новосибирской области

Как видно из рисунка 5.29, широкий спектр источников исходных данных, используемых для создания подсистемы ЦКМФР, позволяет сформировать базу тематических данных с одинаковым уровнем документальности только для региональных ЦКМФР. Затруднительность отображения условий среды обитания животных на топических ЦКМФР объясняется отсутствием детальных (масштаба 1 : 500 000 и крупнее) ландшафтно-географических и ландшафтно-экологических исследований, покрывающих всю территорию Новосибирской области. Что каса-

ется картографирования показателей численности видов животных, то подобная информация либо локализуется по единицам внутреннего административного деления региона (в случае Новосибирской области – по административным районам), либо не фиксируется вовсе (в случае с охраняемыми видами). В обоих случаях визуализация перечисленных данных на тематических ЦКМФР возможна лишь путем отображения соответствующих данных из базы региональных ЦКМФР на цифровой общегеографической основе более крупного масштаба (1 : 1 000 000–1 : 200 000). Формирование собственной базы тематических данных, по наполнению отличающейся от базы региональных ЦКМФР, возможно лишь для характеристик охотничье-промысловых видов (благодаря налаженной системе сбора отчетных сведений о деятельности охотхозяйств в системе Росстата).

5.6 Подходы к проектированию тематического содержания цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов

В отличие от большинства природно-ресурсных объектов (месторождений полезных ископаемых, участков леса и пр.), живые существа постоянно перемещаются в пространстве, и отслеживание их миграций является крайне затруднительным и затратным мероприятием (а в некоторых случаях, например, при картографировании мелких млекопитающих, – и вовсе невозможным). Современные источники [28, 296, 352] отмечают такие проблемы, как неоднородность покрытия территории данными полевых наблюдений, а также затруднительность экстраполяции этих данных на территорию вне наблюдательных маршрутов и пробных площадок. Отсюда следует главная отличительная черта ЦКМФР: невозможность предоставить пользователю точную (в соответствии с масштабом ЦКМФР) координатную информацию о местонахождении групп представителей животных видов (стай, стад и пр.).

Использование картографического метода исследования позволило обосновать два подхода, позволяющие компенсировать неоднозначность пространственной интерпретации зоогеографических данных.

Первый подход заключается в картографировании ландшафтно-территориальных единиц, в пределах которых природные условия благоприятны для расселения данного вида. Данный подход может быть назван «ландшафтным». ЦКМФР, созданные на основании ландшафтного подхода, не предоставляют пользователю данные о непосредственном размещении картографируемого вида, но позволяют формулировать предположения о его возможных местообитаниях, корректировать сеть зоогеографического мониторинга для подтверждения или опровержения этих предположений, и, в конечном счете, обосновывать территориальное размещение мероприятий, нацеленных на хозяйственное использование данного вида или на его охрану и восстановление. Таким образом, ландшафтный подход к созданию ЦКМФР закладывает научно обоснованную основу для эффективного использования фаунистических ресурсов региона с учетом территориальных экологических особенностей. Также они дают возможность оценить биоразнообразие региона.

Второй подход к созданию ЦКМФР может быть охарактеризован как «статистический». Он заключается в визуализации показателей состояния хозяйственных объектов, связанных с использованием фаунистических ресурсов (охотничьих хозяйств, звероводческих ферм, рыбопитомников и т. п.), расположенных в границах региона, а также объемов добычи или разведения объектов животного мира. В качестве источника исходных данных выступают материалы статистики животного мира, что обуславливает название подхода. Собранные данные локализуются по районам административного деления региона и характеризуют современное состояние существующей материально-ресурсной базы охотничьего, звероводческого и рыбоводческого хозяйства, что закладывает основу для ее инвентаризации и контроля состояния.

Для формирования разносторонней картографической характеристики фаунистических ресурсов региона подсистема ЦКМФР должна включать в себя цифровые картографические модели, созданные с опорой как на ландшафтный, так и

на статистический подход. Это определяет широкое разнообразие объектов картографирования в подсистеме ЦКМФР:

а) с позиций ландшафтного подхода объектом картографирования являются территориальные выделы, характеризующиеся определенными ландшафтно-экологическими условиями и в разной степени благоприятные для обитания определенных видов животных;

б) с позиций статистического подхода выделяются следующие объекты картографирования:

- 1) объекты использования и восстановления фаунистических ресурсов в пределах региона;
- 2) ареалы обитания отдельных видов животных, выявленные по данным зоомониторинга и учета фаунистических ресурсов.

Особенности проектирования и составления ЦКМФР на основании ландшафтного подхода.

ЦКМФР, составленные на основании ландшафтного подхода, являются неотъемлемой частью подсистемы ЦКМФР региона, поскольку их задача заключается в визуализации условий среды обитания животных видов и характеристике биоразнообразия, наблюдаемого в пределах региона.

Уменьшение биоразнообразия – это тревожный симптом, свидетельствующий о нарастающем деструктивном влиянии антропогенной деятельности на местные экосистемы. При этом сокращается число видов, обитающих на данной местности, уменьшается спектр местообитаний, пригодных для существования конкретных видов, ухудшается качество генофонда. Оценка биоразнообразия является одним из важных параметров, характеризующих нарушение биологических ресурсов региона и связанные с этим возможности и перспективы их использования в народном хозяйстве [194]. ЦКМФР, созданные на основе ландшафтного подхода, представляют собой геоинформационную основу для накопления, систематизации и моделирования пространственных данных о биоразнообразии региона. Данный тип цифровых картографических

моделей предназначен для решения организационных задач в области планирования и использования биологических ресурсов, а также охраны природы и сохранения биоразнообразия.

Одной из важных характеристик биоразнообразия является неоднородность территориальных сочетаний живых организмов на разных уровнях организации биосферы [242]. Соответственно, сохранение экологического разнообразия – один из главных залогов поддержания экосистем на любой территории [203]. Картографические модели являются наиболее удобной формой представления биогеографической информации, так как они позволяют наглядно отобразить очертания и размеры ареалов, занимаемых различными видами, а также визуализируют пространственную динамику видового состава в связи с изменениями среды по географическим широтам, высотным поясам или по близости к промышленным объектам [124, 184, 204].

В настоящее время практикуется два подхода к картографированию биоразнообразия.

В первом случае объектом картографирования является отдельный биологический вид [242]. Этот подход позволяет оценить и отобразить видовое богатство данной территории. При этом фиксируют границы ареалов, населенных различными видами, оценивают генетическое разнообразие среди особей отдельного вида. В качестве объекта исследования может выбираться как вид, наиболее типичный для данного региона, так и эндемичный вид. Результатом таких исследований является количество различных видов растений или животных в пересчете на единицу площади (картографируется способом ареалов), а также различные индексы, оценивающие видовое разнообразие региона (картографируются способом изолиний).

Однако для формирования полного представления о биоразнообразии местных экосистем необходимо изучение и сопоставление сведений о численности и особенностях расселения нескольких видов. Исследования, проводившиеся в сотрудничестве со специалистами ИСиЭЖ СО РАН [294, 316], позволили обосновать

вать комплексный подход к изучению и картографированию биоразнообразия территории. При этом изучается и картографируется разнообразие сочетаний видов растений и животных, обитающих на данной территории. Единицей картографирования являются различные подразделения ландшафтной структуры территории: от урочищ и фаций до географических районов и областей.

В ходе реализации этого метода были специально разработаны новые классификации, основанные на территориальной неоднородности картографируемых объектов [294]. В качестве показателей картографирования выступали:

- количество лидирующих видов растительности по жизненным формам и группам [289, 316, 388, 397];
- количество лидирующих видов фауны (по беспозвоночным и видам позвоночных) [79, 216, 305, 390, 391];
- содержание гумуса, мортмассы или фитомассы [345].

Элементарной территориальной ячейкой, к которой привязывались вышеперечисленные показатели, в зависимости от масштаба картографирования являлся выдел растительности. В процессе создания карт исходные выделы объединялись в группы более высоких таксонов классификаций, разработанных для каждой отдельной карты. К каждому выделу была привязана обширная семантическая информация [195]. Таким способом был получен ряд цифровых картографических моделей, характеризующих пространственную неоднородность экосистем Новосибирской области по различным показателям.

Качественная характеристика территориальных выделов, отображаемых на ЦКМФР, составленных на основании ландшафтного подхода, обуславливает применение способа качественного фона, цветовая гамма которого опирается на традиции картографического оформления ландшафтных карт (использование для картографирования лесной (таежной) зоны оттенков зеленого цвета, которые на севере, по мере приближения к тундре, переходят в холодные зеленовато-голубые цвета, а на юге, с приближением к степной зоне, – в желтые и оранжевые). Целесообразно предоставлять пользователю возможность трехмерной визуализации подобных ЦКМФР

для формирования более детального представления о местах обитания различных видов (рисунок 5.30).

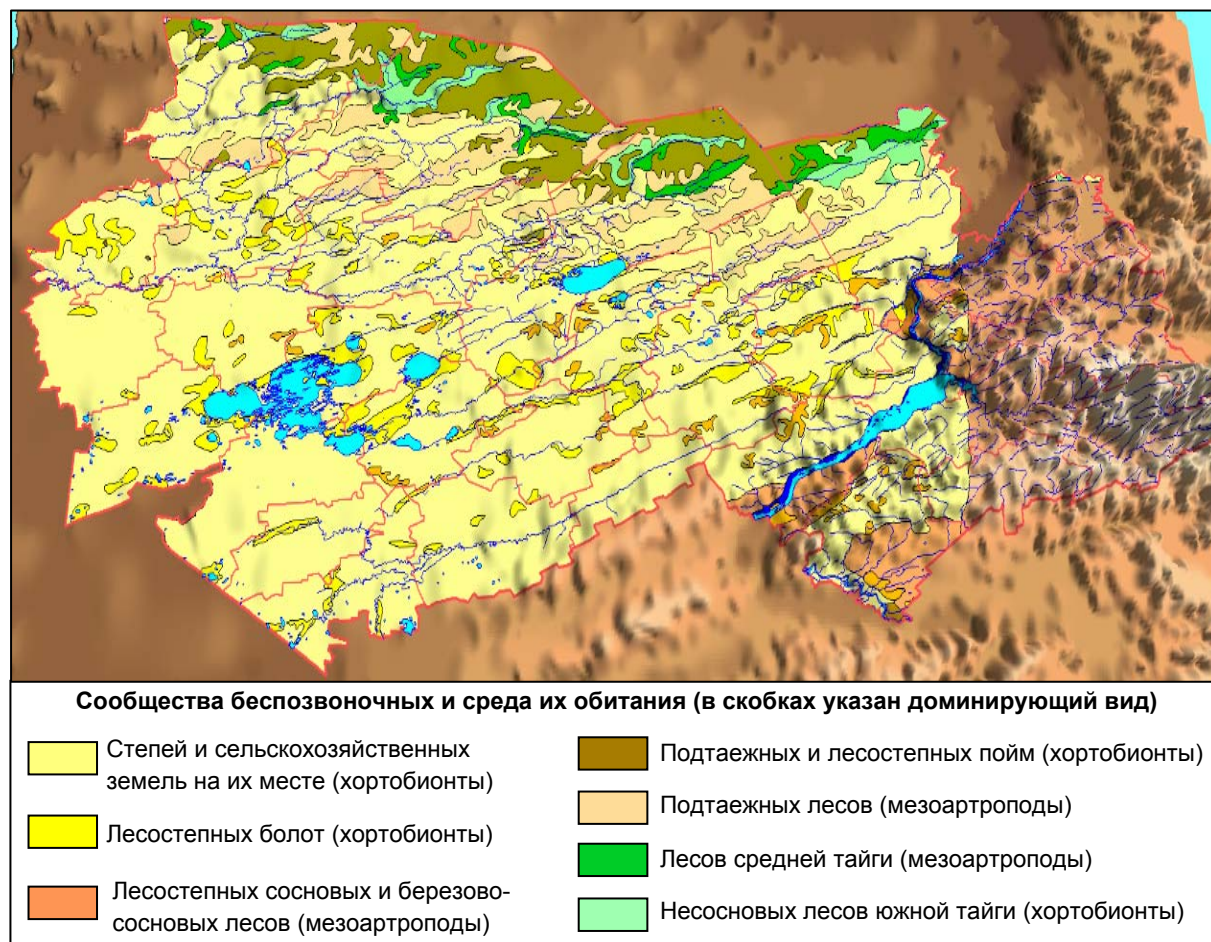


Рисунок 5.30 – Трехмерная визуализация исследовательской ЦКМФР, созданной на основании ландшафтного подхода

Как видно из рисунка 5.30, на информационную полноту ЦКМФР, создаваемых на основе ландшафтного подхода, оказывает значительное влияние однородность покрытия территории исходными данными. Характерная особенность биогеографических и зоогеографических исследований состоит в их проведении в границах природного (ландшафтного), а не административно-территориального деления. В данном случае из плана исследований оказалась исключенной небольшая зона на востоке Новосибирской области, которая в соответствии с принятым природным районированием [180] относится не к Западно-Сибирской рав-

нине, а к складчатой зоне Кузнецкого Алатау, входящего в состав Алтайско-Саянской физико-географической области. Поэтому необходимым условием создания ЦКМФР на основе ландшафтного подхода является обеспечение согласованности цифровой картографической основы, используемой для биогеографических исследований региона, с принятым для данного региона набором БПД в части используемой системы координат, проекции, наличия и содержания слоев с общегеографическими объектами. Это обеспечит полное покрытие данными территории региона [195, 391].

В целом процесс оценки и картографирования биоразнообразия является достаточно сложным, так как при этом необходимо изучить и учесть закономерности, связанные как с растительным, так и с животным населением данного региона, а также принять во внимание ландшафтообразующие параметры окружающей среды (влажность, состав почв, особенности рельефа и пр.). ЦКМФР, создаваемые на основе ландшафтного подхода и характеризующие биоразнообразие региона, являются самым сложным видом цифровых картографических моделей биологических ресурсов с точки зрения выбора подходов к сбору и картографированию отображаемых на них сведений. Тем не менее, они необходимы для выявления территорий, характеризующихся уменьшением биоразнообразия, в пределах которых нежелательно развивать природопользование за счет отраслей, использующих биологическое сырье.

Особенности проектирования и составления ЦКМФР на основании статистического подхода.

ЦКМФР, составленные на основании статистического подхода, позволяют охарактеризовать степень интенсивности хозяйственного использования фаунистических ресурсов, мероприятия по восстановлению популяций редких, охраняемых и исчезающих животных, а также отобразить ареалы расселения видов, играющих важную роль в природопользовании региона. В качестве исходных данных выступают сведения кадастров ООПТ и животного мира и материалы статистической отчетности природопользователей по форме 2ТП (охо-

та) [262]. Статистический подход целесообразно использовать при создании цифровых картографических моделей охотничье-промысловых и охраняемых видов, поскольку именно они в основном являются объектом зоомониторинга и учета, устанавливающих их основные места обитания и приблизительную численность.

Объектами картографирования на ЦКМФР, создаваемых на основании статистического подхода, являются:

- охотничьи хозяйства в пределах региона;
- звероводческие хозяйства в пределах региона;
- рыбоводческие хозяйства в пределах региона;
- питомники по разведению редких, исчезающих и охраняемых видов животных;
- ареалы обитания отдельных видов животных, выявленные по данным зоомониторинга и учета фаунистических ресурсов.

Разнообразие источников исходных данных и объектов картографирования обуславливает три варианта локализации показателей картографирования на подобных ЦКМФР:

- площадная (в пределах границ внутреннего административного деления региона);
- площадная (в пределах ареалов обитания картографируемого вида животных, выражающихся в масштабе создаваемой ЦКМФР);
- точечная (по местоположению хозяйств и питомников);
- точечная (в пределах ареалов наиболее вероятного обитания картографируемого вида животных, не выражающихся в масштабе создаваемой ЦКМФР).

Процесс сбора, предварительной обработки и анализа исходных данных при создании подобных ЦКМФР не требует выполнения комплекса зоогеографических исследований и привлечения специалистов в области биогеографии, как в случае создания ЦКМФР на основании ландшафтного подхода. Это

объясняется опорой на исходные данные, уже прошедшие предварительную систематизацию и классификацию в системах государственных кадастров и статистики. Однако картографическая визуализация этих данных представляет собой весьма сложную задачу благодаря широкому перечню способов картографического отображения, которые могут быть использованы на подобных ЦКМФР (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Способы картографического отображения, используемые при создании ЦКМФР на основании статистического подхода

Локализация картографируемых показателей	Используемые способы картографического отображения
Площадная (в границах внутреннего административного деления региона)	Способ картограмм. Способ картодиаграмм
Площадная (в пределах ареалов обитания картографируемого вида животных, выражающихся в масштабе ЦКМФР)	Способ ареалов
Точечная (по местоположению хозяйств и питомников)	Способ значков. Способ локализованных диаграмм
Точечная (в пределах ареалов обитания картографируемого вида животных, не выражающихся в масштабе ЦКМФР)	Способ значков

Пример картографической модели, характеризующей некоторые аспекты охоты на конкретный вид охотничье-промыслового животного, приведен на рисунке 5.31.

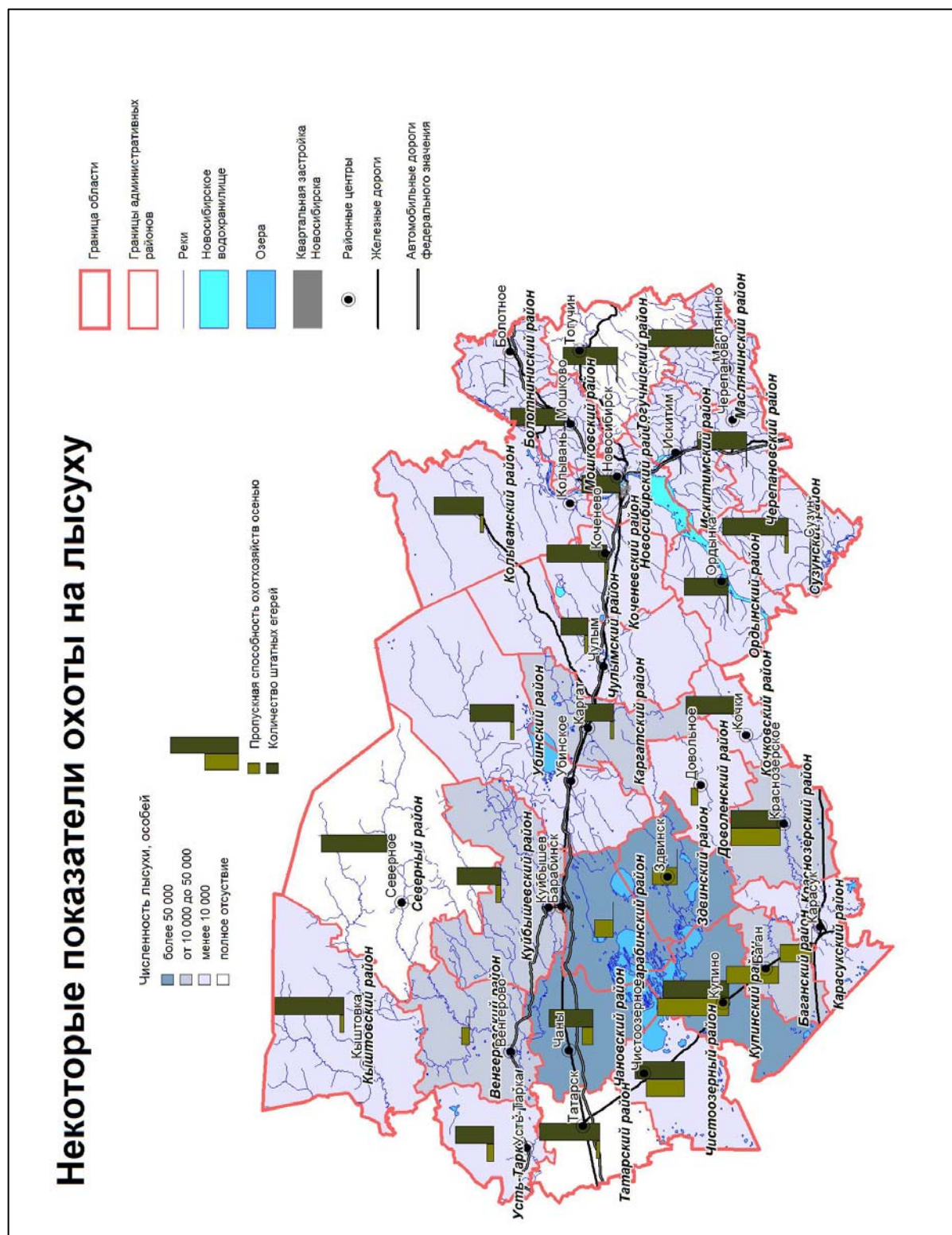


Рисунок 5.31 – Двухмерная визуализация ЦКМФР, созданной на основании статистического подхода

Картографирование рыбных ресурсов в подсистеме ЦКМФР региона.

Рыбные ресурсы являются одним из наиболее ценных с точки зрения экономики видов фаунистических ресурсов, обитающих в водной среде. Наиболее четкое определение этого понятия сформулировано в Конвенции о сохранении и управлении рыбными ресурсами в открытом море северной части Тихого океана [132], согласно которому под рыбными ресурсами следует понимать «рыбу, моллюсков, ракообразных и другие виды, выловленные рыболовными судами». Тем не менее, несмотря на достаточно широкий видовой перечень, заявленный в определении, основным промысловым объектом, имеющим наибольшее значение для региональной экономики, являются различные виды рыб (морских или речных). Согласно данным промысловой статистики Федерального агентства по рыболовству РФ [315], при общем объеме добычи водных фаунистических ресурсов около 4 млн. т в год, около 99 % составляют различные виды рыб, и лишь 1 % – моллюски и беспозвоночные.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что для эффективного планирования использования фаунистических ресурсов в подсистеме ЦКМФР региона достаточно систематизировать и моделировать информацию об особенностях расселения видов рыб, добыча которых является экономически рентабельной в данном регионе. В качестве основных источников этой информации следует рассматривать статистические материалы Федерального агентства по рыболовству РФ, характеризующие места расселения, объемы добычи и переработки рыбных ресурсов, а также данные общероссийской и региональных Красных книг для характеристики редких, исчезающих и охраняемых видов рыб. Особенности территориальной систематизации и локализации данных о рыбных ресурсах обуславливают целесообразность использования статистического подхода при их отображении на ЦКМФР.

В качестве объекта картографирования при создании цифровых картографических моделей рыбных ресурсов могут рассматриваться как ареалы расселения отдельных видов рыб (промысловых или охраняемых), так и конкретные во-

доемы и водотоки, на которых в данном регионе ведется рыбный промысел. В первом случае для картографирования может использоваться способ ареалов или способ линейных условных знаков (при создании топических ЦКМФР в достаточно крупном масштабе и наличии детальных данных, позволяющих локализовать места обитания картографируемого вида в пределах отдельных водотоков). Фрагмент подобной картографической модели, отображающей расселение охраняемых видов рыб в восточной части Новосибирской области, представлен на рисунке 5.32.

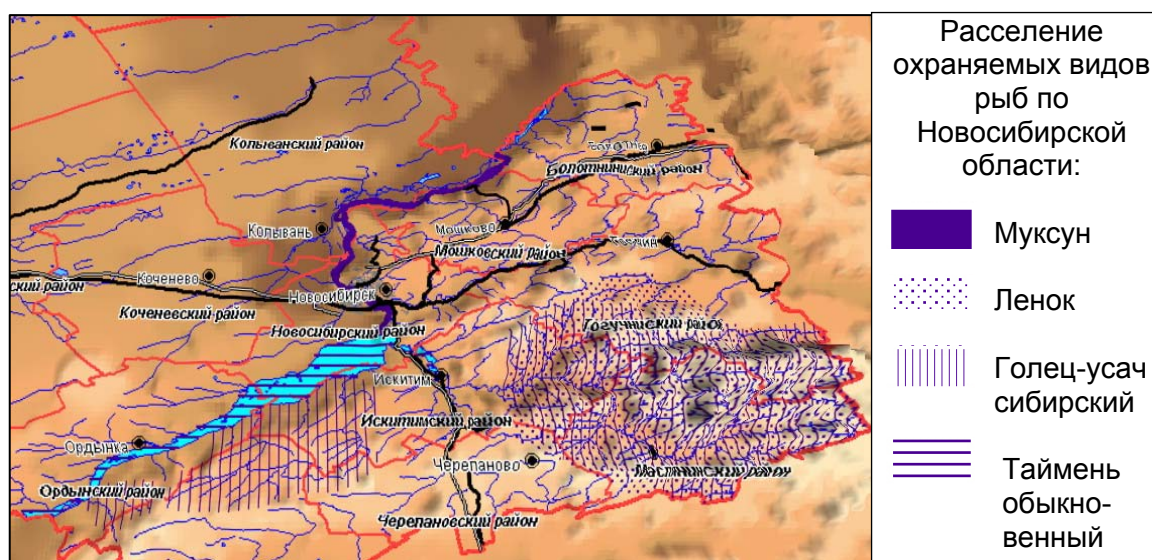


Рисунок 5.32 – Фрагмент трехмерной картографической модели рыбных ресурсов Новосибирской области

Отдельные водоемы и водотоки на территории региона рассматриваются как объекты картографирования при отображении показателей использования рыбных ресурсов (объемов вылова или разведения). В этом случае осуществляется ранжирование водных объектов в зависимости от привязанных к ним значений картографируемого показателя. Картографическая визуализация результатов ранжирования может выполняться в двухмерной или в трехмерной форме представления. На рисунке 5.33 приведен пример использования третьего пространственного измерения для ранжирования озер Новосибирской области в зависимости от

годового объема вылова рыбы. Значение аппликаты передает величину объема вылова, что позволяет выделить водоемы, лидирующие по данному показателю.

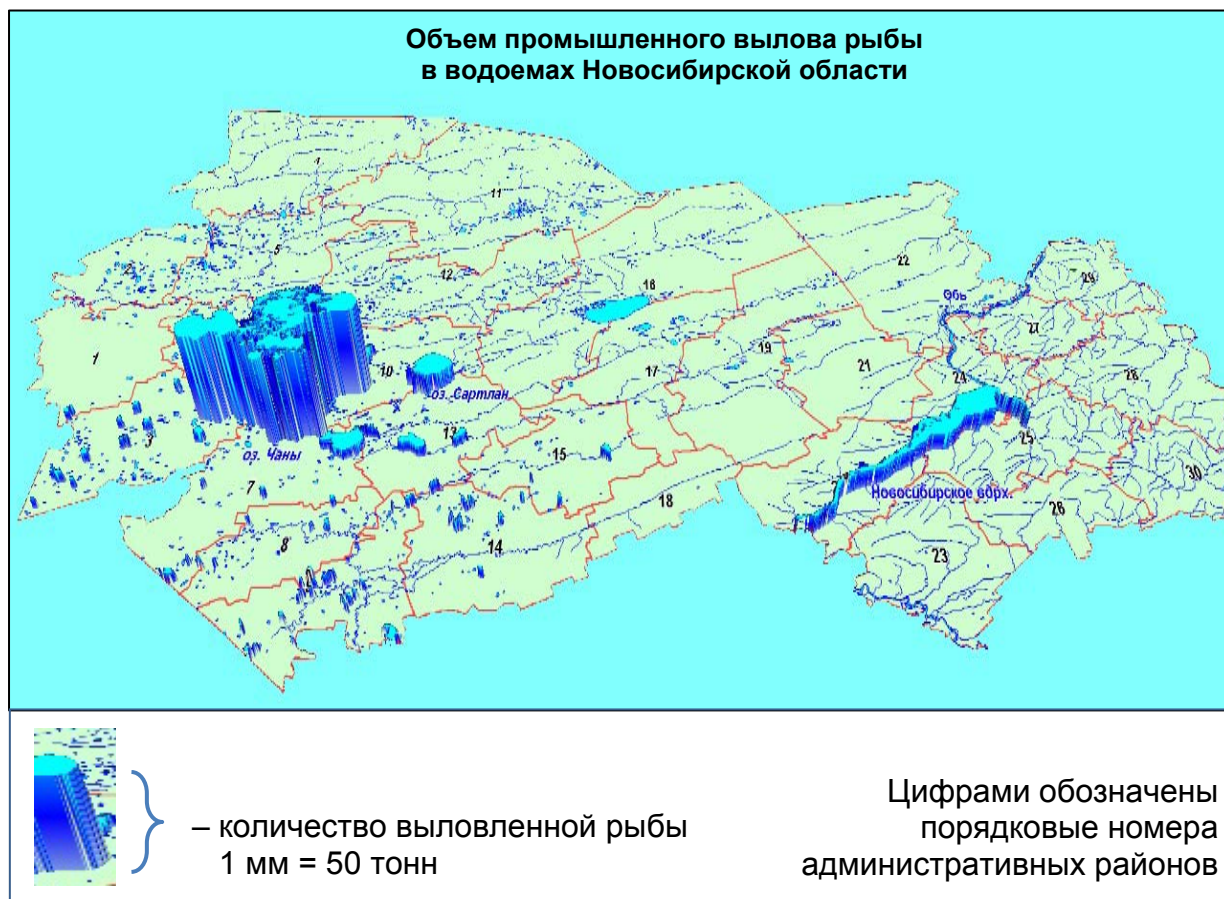


Рисунок 5.33 – Цифровая картографическая модель, характеризующая объем вылова рыбных ресурсов в водоемах Новосибирской области

5.7 Проектирование системы условных обозначений подсистемы цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов Новосибирской области

Подсистема ЦКМФР Новосибирской области предназначена для систематизации и визуализации данных о среде обитания фаунистических ресурсов, качественных и количественных характеристиках их популяций, о направлениях и объемах их использования и восстановления. Объектами картографирования являют-

ся ландшафтное деление территории, охотничье-промысловые, охраняемые и условно вредные виды животных, объекты хозяйственного использования и восстановления фаунистических ресурсов. Пользователями подсистемы ЦКМФР являются специалисты региональных органов управления, ответственные за планирование и ведение охотничьего хозяйства и охрану животного мира. Цифровые картографические модели условно вредных видов также являются частью картографического обеспечения для рационального ведения сельского и лесного хозяйства и защиты населения от природно-очаговых инфекций.

Выполненный в 1-м разделе диссертационной работы анализ основных источников природно-ресурсных данных позволил выявить следующие недостатки существующей схемы сбора и систематизации данных о ресурсах животного мира:

- неоднородное информационное покрытие территории исходными данными в результате отсутствия единой руководящей организации, отвечающей за кадастр и мониторинг всех основных категорий животных ресурсов;
- сложность согласования имеющихся данных в силу большого разнообразия ведомственных программ наблюдений.

Перечисленные причины в совокупности с ранее отмеченной затруднительностью осуществления точной пространственной локализации постоянно перемещающихся групп животного населения обуславливают невозможность получения характеристики состояния всех основных видов фаунистических ресурсов региона с одинаковым уровнем детальности и объективности. Как показывает практика экспериментальных картографических работ, наилучшая обеспеченность данными наблюдается в отношении охотничье-промысловых видов, благодаря регулярным маршрутным учетам, проводимым под эгидой Департамента по охране и рациональному использованию охотничьих ресурсов.

Вышесказанное обуславливает следующие особенности проектирования ЦКМФР:

- необходимость визуализации объектов картографирования, точная пространственная локализация которых затруднена (ареалы расселения различных

животных видов). Данная особенность обуславливает необходимость включения в подсистему ЦКМФР моделей, предоставляющих дополнительную характеристику среды обитания животных путем визуализации ландшафтно-географической ситуации в границах региона. Также данная особенность налагает определенные ограничения на выбор способов картографического отображения и оформление ЦКМФР (использование способа ареалов с нечеткими границами и т. п.);

– необходимость визуализации достаточно широкого круга объектов, которые, в силу недостаточной охваченности кадастровыми и мониторинговыми исследованиями, характеризуются только качественными показателями. К данной категории относится большинство охраняемых видов животных, о которых, как правило, имеется только информация о примерных ареалах расселения и видовой принадлежности и отсутствуют сведения о численности популяций. Для компенсации отсутствия количественных данных предлагается максимально детализированное отображение мест и особенностей расселения охраняемого вида. При этом на ЦКМФР показываются не только площади, занятые картографируемым видом, но отдельные места встреч данного вида, а также отображаются границы обитания вида в разные сезоны года.

В плане территориального охвата подсистема ЦКМФР включает в себя следующие уровни:

– 1-й уровень: региональные ЦКМФР – создаются на территорию региона, отображают показатели состояния и использования фаунистических ресурсов в границах внутреннего административно-территориального деления региона. Территориальной единицей картографирования является ландшафтный выдел (для ЦКМФР, создаваемых на основании ландшафтного подхода) или административный район (для ЦКМФР, создаваемых на основании статистического подхода);

– 2-й уровень: топические ЦКМФР – отображают территорию отдельной единицы внутреннего административно-территориального деления региона. Следует отметить, что собственная база тематических данных при этом создается

только для ЦКМФР, отображающих охотничье-промысловые виды (территориальной единицей картографирования в этом случае является охотничье хозяйство). Топические ЦКМФР прочих видов животных ресурсов составляются на основании информации из базы тематических данных региональных ЦКМФР, визуализированной в более крупном масштабе. Задачей таких ЦКМФР является детализация данных о состоянии и использовании фаунистических ресурсов региона, отображаемых на региональных ЦКМФР.

Тематическое содержание подсистемы ЦКМФР региона подразделяется на следующие смысловые группы:

– 1-я смысловая группа «Среда обитания фаунистических ресурсов» содержит сведения о природных условиях региона. Показатели из этой группы отображаются на ЦКМФР, созданных на основе как ландшафтного, так и статистического подходов. ЦКМФР, созданные на основе ландшафтного подхода, отображают ландшафтно-экологические условия территории и могут создаваться с применением традиционных ландшафтно-географических классификаций или с использованием новых, обоснованных экспертами-зоологами и биогеографами методов и приемов ранжирования территорий. Следует отметить, что подобные исследования могут проводиться в границах естественных природно-территориальных комплексов ПТК, которые далеко не всегда совпадают с административными границами региона. Поэтому в данную смысловую группу обязательно должны быть включены ЦКМФР, составленные на основе статистического подхода и отображающие собранные по единицам внутреннего деления региона данные об условиях обитания различных видов фаунистических ресурсов;

– 2-я смысловая группа «Охотничье-промысловые ресурсы» включает в себя сведения о размещении и функционировании охотничьих хозяйств и охотоугодий, об объемах лицензированной добычи охотничьих животных, а также о биотехнических мероприятиях, которые проводятся в охотничьих хозяйствах для улучшения среды обитания или состояния охотничьих ресурсов. Эти сведения

отображаются на ЦКМФР, создаваемых на основании статистического подхода. Источником исходных данных при этом выступают материалы статистического учета животных ресурсов;

– 3-я смысловая группа «Охраняемые виды животных» отображает места обитания животных, внесенных в государственную или региональную Красную книгу, а также сведения о мероприятиях по восстановлению популяций этих животных. Эти ЦКМФР могут составляться на основе ландшафтного или статистического подхода;

– 4-я смысловая группа «Условно вредные виды животных» отображает особенности расселения видов, которые в нормативной документации охарактеризованы как вредители сельского или лесного хозяйства, а также являются переносчиками природно-очаговых инфекций. Соответствующие ЦКМФР могут создаваться на основе ландшафтного или статистического подходов, а также с привлечением уникальных авторских методик [163, 304, 350].

Более детальная характеристика базы тематических данных подсистемы ЦКМФР региона и ее подразделение на наборы природно-ресурсных данных (НПРД) приведены в таблице В.1 (приложение В).

Проектирование системы условных обозначений ЦКМФР.

Системное рассмотрение показателей тематического содержания ЦКМФР, представленных в таблице В.1, позволило выделить три смысловые группы показателей картографирования:

- характеристики среды обитания животного населения;
- показатели численности животного населения;
- показатели использования и восстановления охотничье-промысловых ресурсов.

Каждая из смысловых групп подразделена на смысловые подгруппы. В пределах первой смысловой группы показатели картографирования сгруппированы по подгруппам в зависимости от природной зоны, к которой принадлежат картографируемые ландшафты. Во второй группе смысловые подгруппы выделялись с

учетом двух факторов: хозяйственное использование картографируемого животного вида (охотничье-промысловые, охраняемые, условно вредные) и место в общепринятой классификации животного населения (млекопитающие, птицы, рыбы, насекомые и т. п.). Третья смысловая группа включает в себя подгруппы, формирующие разностороннюю характеристику деятельности охотничьих хозяйств региона (физико-географические условия, финансовые и кадровые вопросы, биотехнические мероприятия по поддержанию и сохранению охотничье-промысловых ресурсов).

Детальная проработка показателей картографирования тематического содержания ЦКМФР позволила сформировать перечень наиболее востребованных на ЦКМФР способов картографического отображения:

- способ качественного фона – для отображения ландшафтного деления территории на ЦКМФР, составляемых на основании ландшафтного подхода;
- способ картограмм и способ картодиаграмм – для картографирования статистических показателей, отнесенных к единицам внутреннего территориального деления региона. Это весьма широкий перечень показателей, который включает в себя данные об удельном весе различных видов угодий, численности животного населения, объемах использования и восстановления охотничье-промысловых ресурсов, количестве очагов вредителей сельского и лесного хозяйства;
- способ ареалов – для картографирования расселения охраняемых видов животных по территории региона;
- способ значков – для отображения местообитаний охраняемых видов животных, площадь которых не выражается в масштабе создаваемой ЦКМФР.

Проектирование цветового решения ЦКМФР выполнялось с опорой на ранее разработанные колористические принципы. Выбор базовых цветов для оформления ЦКМФР осуществлялся с опорой на колористические принципы а) и б) (см. 4.4), согласно которым базовый цвет назначается для каждой смысловой подгруппы и призван ассоциироваться у пользователя с сутью картографируемого

явления. Адаптация этого принципа к тематическому содержанию ЦКМФР позволила сформировать следующие закономерности:

- для картографирования показателей, характеризующих среду обитания животных ресурсов, использовались чистые оттенки зеленого и желтого цветов, традиционно обозначающие на ландшафтных картах лесные, лесостепные и степные зоны и ассоциирующиеся у пользователей именно с этими типами ПТК;

- для картографирования характеристик охотничье-промысловых видов использованы базовые цвета теплой коричнево-бежевой гаммы, ассоциирующейся с расцветкой внешних покровов большинства животных средних широт Земли. Для картографирования показателей численности наземных животных использованы более темные оттенки, для птиц – более светлые. При выборе цветов для картографирования расселения водоплавающих птиц отдано предпочтение серовато-голубым оттенкам, ассоциирующимся с водной гладью;

- яркие, броские, ассоциирующиеся с необходимостью повышенного внимания, оттенки розового и фиолетового цветов использованы для картографирования расселения охраняемых видов животных;

- оттенки красного цвета, традиционно ассоциирующиеся с опасностью, использованы в качестве базовых для отображения условно вредных видов. От базовых цветов предыдущей смысловой подгруппы их дополнительно отличает принадлежность к теплой цветовой гамме;

- оттенки оливкового цвета, традиционно ассоциирующиеся с расцветкой охотничьего камуфляжа, использованы для картографирования показателей охотничьего хозяйства.

В таблице 5.5 содержится более подробная характеристика базовых цветов, принятых для разных смысловых групп ЦКМФР.

Таблица 5.5 – Базовые цвета для смысловых групп системы условных обозначений ЦКМФР

Наборы природно-ресурсных данных в составе базы тематических данных подсистемы ЦКМФР	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Hex
<i>Смысловая группа 1. Среда обитания животных ресурсов</i>			
Ландшафты лесной зоны	Зеленый	(0, 128, 0)	#008000
Ландшафты лесостепной зоны	Зелено-желтый	(173, 255, 47)	#ADFF2F
Ландшафты степной зоны	Желтый	(255, 255, 0)	#FFFF00
Ландшафты с избыточным увлажнением и приуроченные к водоисточникам	Весенне-зеленый	(0, 255, 127)	#00FF7F
<i>Смысловая группа 2. Численность животного населения</i>			
Охотничье-промысловые виды копытных	Насыщенный коричневый	(117, 51, 19)	#753313
Охотничье-промысловые виды хищников	Насыщенный красновато-коричневый	(127, 24, 13)	#7F180D
Охотничье-промысловые виды грызунов	Насыщенный желтовато-коричневый	(149, 80, 12)	#95500C
Охотничье-промысловые виды зайцеобразных	Серовато-оливковый	(82, 68, 44)	#52442C
Охотничье-промысловые виды птиц	Рыжий	(215, 125, 49)	#D77D31
Охотничье-промысловые виды водоплавающих птиц	Сизый	(121, 160, 193)	#79A0C1
Охраняемые виды копытных	Пурпурно-красный	(117, 21, 30)	#75151E
Охраняемые виды хищников	Яркий красный	(193, 0, 32)	#C10020
Охраняемые виды рукокрылых	Фиолетовый	(139, 0, 255)	#8B00FF
Охраняемые виды грызунов	Глубокий коралловый	(255, 64, 64)	#FF4040

Окончание таблицы 5.5

Наборы природно-ресурсных данных в составе базы тематических данных подсистемы ЦКМФР	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Нех
Охраняемые виды птиц	Глубокий пурпурно-розовый	(235, 82, 132)	#EB5284
Охраняемые виды рыб	Индиго	(75, 0, 130)	#4B0082
Охраняемые виды насекомых	Пурпурный	(255, 0, 255)	#FF00FF
Охраняемые виды рептилий	Глубокий пурпурно-красный	(111, 0, 53)	#6F0035
Виды-вредители сельского хозяйства	Карминово-красный	(255, 0, 51)	#FF0033
Виды-вредители лесного хозяйства	Темно-красный	(148, 0, 0)	#8B0000
Виды-переносчики природно-очаговых инфекций	Люминесцентный красный	(248, 0, 0)	#F80000
<i>Смысловая группа 3. Использование и восстановление охотничье-промысловых ресурсов</i>			
Физико-географические параметры охотоугодий	Оливковый	(128, 128, 0)	#808000
Финансовые показатели охотоугодий	Желто-золотой	(184, 134, 11)	#B8860B
Штатный состав сотрудников охотоугодий	Умеренный оливково-зеленый	(67, 75, 27)	#C3B091
Проведение биотехнических мероприятий	Темно-зеленый	(0, 100, 0)	#006400

В соответствии с колористическими принципами в) и г) (см. 4.4), детальная разработка цветового оформления ЦКМФР осуществлялась с применением гаммы оттенков, цветовые координаты которых рассчитывались на основе координат базового цвета в системе RGB по формулам (4.6)–(4.9). Особенности разработки

системы условных обозначений и оформления некоторых подвидов ЦКМФР будут рассмотрены ниже.

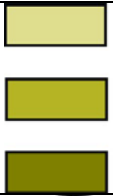
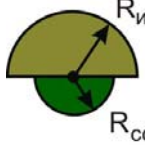
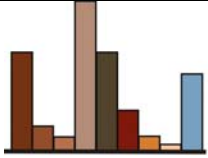
Особенности проектирования системы условных обозначений и оформления цифровых картографических моделей охотничье-промысловых ресурсов.

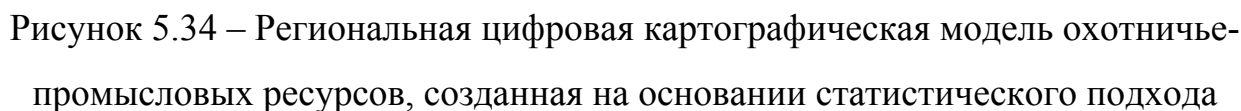
Как отмечалось ранее, при существующей схеме ведения кадастров и мониторинга природных компонентов в России, из всех видов фаунистических ресурсов наиболее регулярная и достоверная информационная база сформирована только по охотничье-промысловым ресурсам. Достаточная информационная обеспеченность позволяет осуществлять двухпозиционное рассмотрение данного вида ресурсов в процессе картографирования: с позиции исследования и визуализации особенностей расселения и численности охотничье-промысловых видов животных и с позиции анализа показателей состояния охотничьего хозяйства региона. Отсюда следует ранее упомянутое разнообразие объектов картографирования при создании подобных ЦКМФР: это могут быть как отдельные виды охотничье-промысловых животных, так и охотничьи хозяйства на территории региона. В первом случае основным источником исходных данных являются материалы учета охотничьих ресурсов, во втором – ежегодная статистическая отчетность охотничьих хозяйств по форме 2ТП (охота). В обоих случаях систематизация данных осуществляется по районам внутреннего административного деления региона, в силу чего цифровые картографические модели охотничье-промысловых ресурсов относятся к ЦКМФР, составляемым на основании статистического подхода.

Тематическое содержание цифровых картографических моделей охотничье-промысловых ресурсов включает в себя сведения из второй и третьей смысловых групп и предоставляет комплексную характеристику охотничье-промысловых ресурсов как в смысле их численности, так и в смысле их использования в народном хозяйстве. В соответствии с разработанным алгоритмом автоматизированного выбора способов картографического отображения при интерактивном создании ЦКМФР, основная часть количественных данных отображается способом картодиаграмм, локализованных по административным районам или охотхозяйствам (в

зависимости от характера представления данных в статистических первоисточниках). В таблице 5.6 представлена система условных обозначений цифровых картографических моделей охотничье-промысловых ресурсов Новосибирской области.

Таблица 5.6 – Тематическое содержание и система условных обозначений для цифровых картографических моделей охотничье-промысловых ресурсов Новосибирской области

Картографируемый показатель и его единицы измерения	Способ отображения	Условные обозначения
Площадь закрепленного охотничьего угодья на конец года (га)	Способ картограмм	 - менее 10 000 га 10 000 - 100 000 га - более 100 000 га
Штатный состав сотрудников охотоугодья (чел.)	Способ картодиаграмм	 - охотоведы - штатные охотники - штатные егеря - членские взносы
Источники финансирования охотпользователя (тыс. руб.)	Способ картодиаграмм	 прочие средства охотпользователя
Затраты по отдельным направлениям охотхозяйственной деятельности (тыс. руб.)	Способ картодиаграмм	 $R_{инфр}$ выражает затраты на мероприятия по созданию охотничьей инфраструктуры; $R_{сохр}$ выражает затраты на мероприятия по сохранению охотничьих ресурсов и среды их обитания
Выручка от реализации продукции охоты и оказанных услуг (виды охоты по целевому назначению) (тыс. руб.)	Способ картодиаграмм	 - промысловая охота - любительская и спортивная охота - охота в целях осуществления научно-исследовательской и образовательной деятельности - охота в целях акклиматизации, переселения и гибридизации охотничьих ресурсов - охота в целях регулирования численности охотничьих ресурсов
Численность охотничьих видов животных (количество голов)	Способ картодиаграмм	 - лось - кабан - фазан - косуля - заяц-беляк - перепел - марал - соболь - утка



Особенности проектирования системы условных обозначений и оформления цифровых картографических моделей охраняемых ресурсов.

Целью создания данных ЦКМФР является отображение особенностей расселения редких, исчезающих и охраняемых видов животных по территории региона вне границ ООПТ. Объектом картографирования являются виды, внесенные в Государственную или региональную Красную книгу. В силу особенностей современной системы наблюдений за охраняемыми видами животных Красные книги являются официальным документом, играющим роль государственного кадастра и закладывающим научную базу для проектирования мероприятий по сохранению биоразнообразия. Это позволяет рассматривать их как основной источник исходных данных, обеспечивающий однородность информационного покрытия территории региона, а также гарантирующий достоверность предоставляемых данных.

Особенностью Красных книг является предоставление сведений лишь о территориях, занятых охраняемыми видами, без указания данных о численности видов и ее динамике. Установление количественных показателей существующих в границах региона популяций охраняемых видов в объеме, достаточном для создания достоверной и однородной информационной базы ЦКМФР, крайне затруднено, поскольку отсутствуют соответствующие общегосударственные обязательные программы наблюдений, а предпринимаемые в этой области научные исследования проводятся в ограниченном масштабе и далеко не всегда предусматривают получение многолетних данных.

Характер представления исходных данных в Красных книгах обуславливает возможность передачи на цифровых картографических моделях охраняемых видов только качественных показателей (классификационная принадлежность вида и пространственные особенности его расселения). Такая информационная ограниченность цифровых картографических моделей охраняемых видов должна компенсироваться за счет возможно более детального картографирования всех вариантов пространственного расселения видов, отмеченных исследователями.

Согласно Красной книге Новосибирской области места обитания охраняемых видов ранжируются следующим образом [149]:

- районы регулярного обитания и размножения;
- районы спорадического обитания;
- районы неоднократных встреч в зимний период (с неустановленным размножением);
- районы неоднократных встреч в летний период (с неустановленным размножением);
- районы неоднократных встреч в период осенних миграций;
- крупные реки и водохранилища, заселенные охраняемым видом рыб;
- площади, малые и средние реки которых заселены охраняемым видом рыб;
- места отдельных встреч размножающихся особей или их групп;
- места отдельных встреч в зимний период (с неустановленным размножением);
- места отдельных встреч в летний период (с неустановленным размножением);
- места отдельных встреч в период сезонной миграции;
- места интродукции;
- места появления особей на значительном удалении от ареалов их обитания или путей миграции (залеты).

Как видно из приведенного перечня, для картографирования данных о расселении видов пригодны всего два способа картографического отображения: способ ареалов (для визуализации районов обитания и встреч) и способ значков (для локализации мест встреч представителей вида). Поэтому система условных обозначений цифровых картографических моделей охраняемых видов требует детальной проработки как с семиотической, так и с прагматической точки зрения. Однако следует заметить, что не всем картографируемым видам (и тем более – не для всех классов) свойственен полный набор местообитаний. В таблице 5.7 при-

ведена более детальная характеристика типов расселения, свойственных шести классам животных видов, представленных на территории Новосибирской области.

Таблица 5.7 – Типы расселения охраняемых видов различных классов

Тип расселения	Класс					
	млеко-питающие	птицы	рептилии	рыбы	насекомые	малощетинковые кольчецы
Районы регулярного обитания и размножения	+	+	+	-	-	+
Районы спорадического обитания	+	+	-	-	-	+
Районы неоднократных встреч в зимний период (с неустановленным размножением)	-	+	-	-	-	-
Районы неоднократных встреч в летний период (с неустановленным размножением)	-	+	-	+	-	-
Районы неоднократных встреч в период осенних миграций	-	+	-	-	-	-
Крупные реки и водохранилища, заселенные охраняемым видом рыб	-	-	-	+	-	-
Площади, малые и средние реки которых заселены охраняемым видом рыб	-	-	-	+	-	-
Места отдельных встреч размножающихся особей или их групп	+	+	-	-	+	-
Места отдельных встреч в зимний период (с неустановленным размножением)	-		-	-	-	-
Места отдельных встреч в летний период (с неустановленным размножением)	-	+	-	-	-	-
Места отдельных встреч в период сезонной миграции	-	+	-	-	-	-
Места интродукции	-	+	-	-	-	-
Места появления особей на значительном удалении от ареалов их обитания или путей миграции (залеты)	-	+	-	-	-	-

Разработка оформления цифровых картографических моделей охраняемых видов опиралась на следующие правила:

- использование ареалов с нечеткими границами для визуализации районов обитания и размножения охраняемых видов. Это позволяет выразить «постепенность» изменения плотности животных в пространстве;

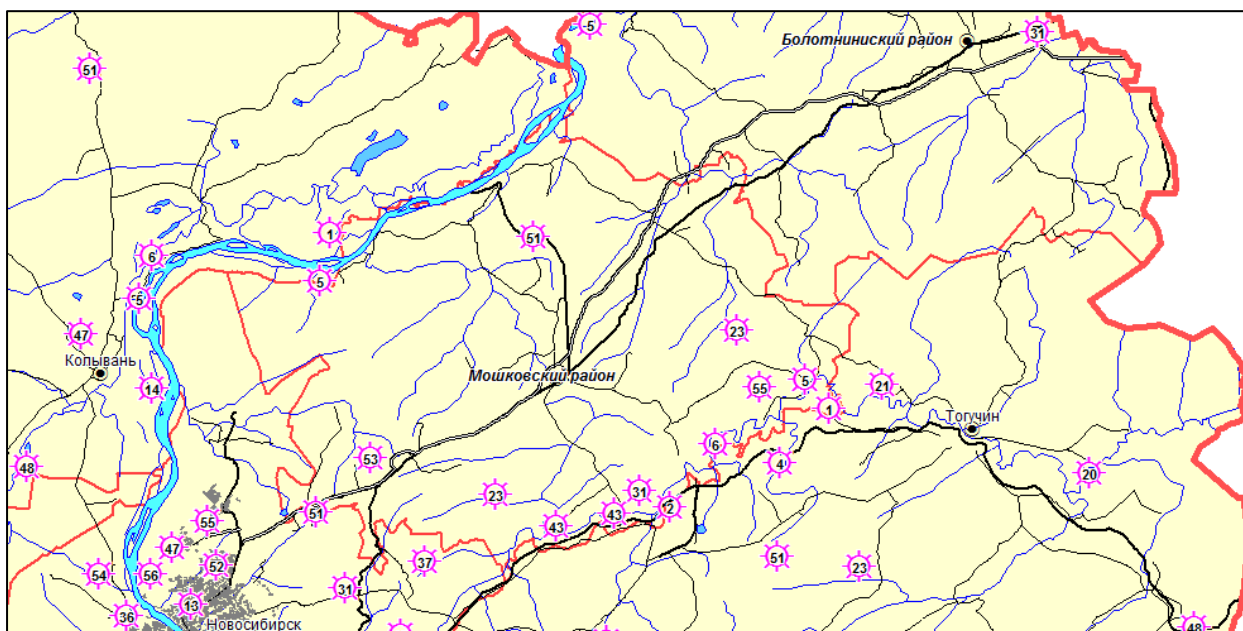
- использование штриховок с прозрачным фоном для заполнения ареалов. Это обеспечит достаточную читаемость ареалов при перекрытии их на ЦКМФР в случае одновременной визуализации данных о нескольких видах. Цвет штриховки рассчитывается на основании базового цвета, принятого для данного класса животных по формуле (4.8);

- использование рисунка штриховки для передачи характера обитания животных в пределах ареала: точечные штриховки с высокой плотностью – для ареалов регулярного обитания, линейные штриховки с низкой плотностью – для районов спорадического обитания;

- использование символических значков в виде характерных стилизованных силуэтов животных для визуализации мест встречи. Форма значка передает класс животного, цвет – вид. Цвета условных знаков рассчитываются на основании базового цвета, принятого для данного класса животных по формуле (4.9). Для лучшей читаемости целесообразно сопровождать условный знак узким белым контуром;

- символические условные знаки для отображения мест зимних и летних встреч представителей охраняемых видов целесообразно дополнять цветным контуром (синим – для встреч в зимний сезон, красным – в летний);

- в силу большого количества охраняемых видов насекомых в пределах Новосибирской области (более 50) и исключительно точечной локализации их мест обитания представляется целесообразным использовать для их совместного картографирования геометрический условный знак базового цвета, дополненный индексом, выражающим порядковый номер вида. Создаваемая ЦКМФР дополняется примечанием, содержащим расшифровку индексов (рисунок 5.35).

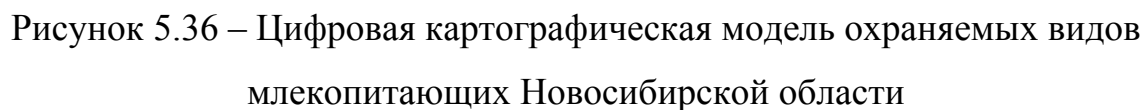


23 Места обитания насекомых, занесенных в Красную книгу Новосибирской области.

Цифрами обозначены виды насекомых, занесенных в Красную книгу Новосибирской области:

1. Нехаленния красивая	23. Аполлон обыкновенный	41. Медведица даурская
2. Длинка сибирская	24. Желтушка Аврора	42. Пестрянка ложная
3. Дедка пятноглазый	25. Шашечница Штанделя	43. Стрельчатка большая
4. Японодедка поточный	26. Перламутровка рямовая,	44. Совка Умова
5. Белоноска белолобая	или северная	45. Парнопес крупный
6. Белоноска толстохвостая	27. Перламутровка непарная	46. Шмель армянский
7. Стрекоза шафрановая	реликтовая	47. Шмель родственный
8. Богомол испещренный	28. Чернушка енисейская	48. Шмель необыкновенный
9. Дыбка степная	29. Чернушка Циклоп	49. Шмель степной
10. Скакун прибрежный	30. Бархатница Ютта	50. Шмель лезус
11. Жужелица бугорчатая	31. Голубянка Осирис	51. Шмель пятнистоспинный
12. Агонум укороченный	32. Голубянка Орион	52. Шмель скромный
13. Майка украшенная	33. Голубянка Ниция	53. Шмель малый каменный
14. Рогачик малый	34. Бразжник-шмелевидка	54. Шмель семеновиеллюс
15. Афодий двупятнистый	скабиозовая	55. Шмель Сихели
16. Златка зеленая ильмовая	35. Бразжник Прозерпина	56. Шмель-кукушка лесной
17. Усач Кехлера	36. Павлиний глаз малый	57. Шмель-кукушка бородатый
18. Краснокрыл малый	ночной	58. Пчела-плотник
19. Мира 18-точечная	37. Эверсманния украшенная	
20. Пилюльщик малый	38. Медведица Киндерманна	
21. Малашка черная	39. Медведица Маннергейма	
22. Мantispa перламутровая	40. Медведица Метельки	

Рисунок 5.35 – Картографирование мест обитания охраняемых видов насекомых в подсистеме ЦКМФР Новосибирской области



ЦКМФР, представленная на рисунке 5.36, демонстрирует предельную загруженность тематической информацией, совмещая отображение мест обитания всех видов охраняемых млекопитающих, имеющих в Новосибирской области. При визуализации ЦКМФР в виде трехмерных моделей целесообразно ограничивать круг картографируемых видов одним или несколькими (двумя-тремя) родственными видами, в силу большей визуальной загруженности трехмерного изображения и обусловленной этим сложности его восприятия пользователем. На рисунке 5.37 представлен фрагмент трехмерной ЦКМФР, отображающей расселение по территории области крошечной бурозубки.

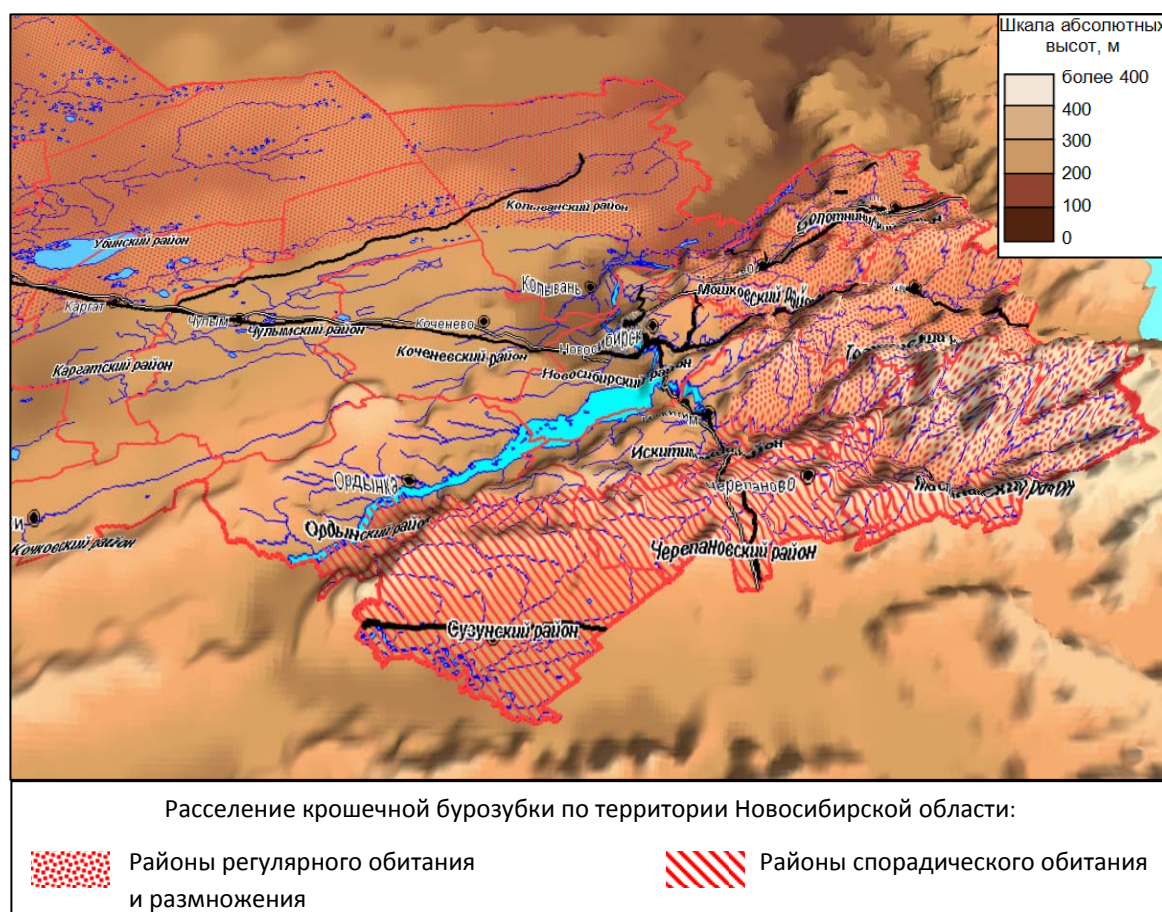


Рисунок 5.37 – Фрагмент цифровой картографической модели расселения охраняемого вида по территории Новосибирской области (трехмерное представление)

Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМФР. Процесс формулирования пользовательского запроса к подсистеме ЦКМФР региона выполняется с опорой на ранее разработанные принципы и в соответствии с общей технологической последовательностью, предложенной для создания ЦКМФР в 4.5. Однако неоднородность обеспечения современными и достоверными фактическими данными всех смысловых групп картографируемых показателей обуславливает ряд особенностей, связанных с локализацией фаунистических данных при создании тематических ЦКМФР. Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМФР, учитывающая эти особенности, представлена на рисунке 5.38. Она отличается от технологии интерактивного создания цифровых картографических моделей лесных ресурсов в части, касающейся локализации запрошенных данных на цифровой общегеографической основе.

В случае, если создаваемая ЦКМФР по своему масштабу входит в группу региональных, данные, запрошенные пользователем, непосредственно визуализируются на цифровой общегеографической основе с применением способов картографического отображения, выбранных ГИС. В случае создания тематической ЦКМФР производится предварительная аппроксимация данных, выбранных из баз региональных ЦКМФР. Это обусловлено недостаточной информационной полнотой данных, собираемых о ресурсах животного мира. Далее данные, выбранные из баз региональных и тематических ЦКМФР, отображаются совместно на цифровой общегеографической основе заданного масштаба (от 1 : 1 000 000 до 1 : 200 000). Дальнейшие действия по проектированию оформления создаваемой ЦКМФР и ее визуализации в форме, запрошенной пользователем, не отличаются от действий, осуществляемых при создании цифровых картографических моделей иных видов природных ресурсов.

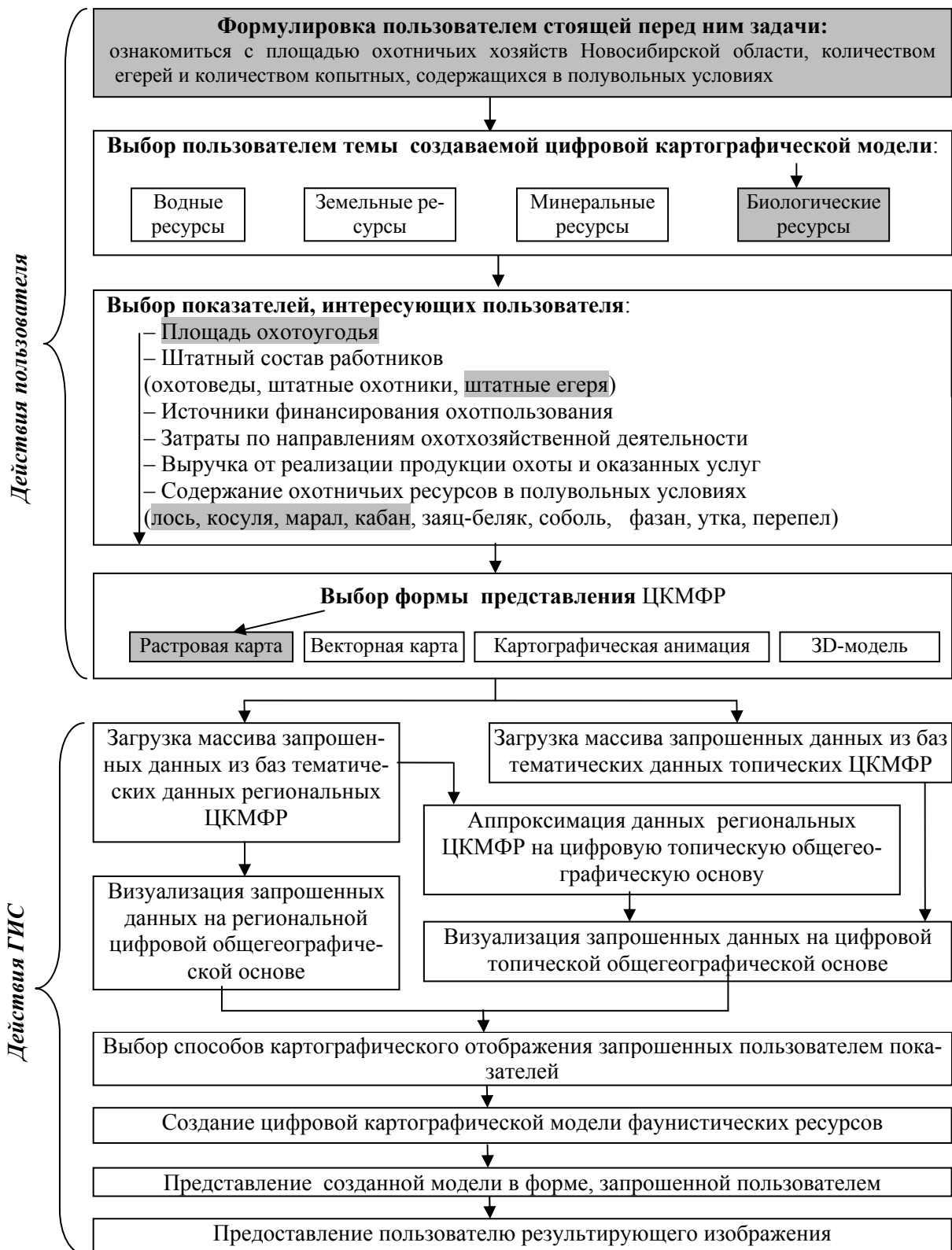


Рисунок 5.38 – Принципиальная технологическая последовательность интерактивного создания ЦКМФР

Таким образом, предложенная технология позволяет корректно с картографической точки зрения заполнить информационные пробелы, существующие в современных базах наблюдений за различными объектами животного мира.

5.8 Создание картографического обеспечения для решения задач по управлению фаунистическими ресурсами в подсистеме цифровых картографических моделей фаунистических ресурсов Новосибирской области

Хозяйственное использование фаунистических ресурсов в большинстве регионов России сведено к организации любительской и промысловой охоты, разведению и вольному или полувольному содержанию охотничье-промысловых видов. Редкие, исчезающие и охраняемые виды являются объектами природоохранных и восстановительных мероприятий, а условно вредные виды – объектами дезинсекционных и лесопатологических мероприятий. Исходя из этого, ранее сформулированные типовые задачи, решаемые по ЦКМПР, адаптируются к ЦКМФР следующим образом:

- изучение особенностей мест обитания охотничье-промысловых, охраняемых и условно-вредных видов;
- изучение видового состава, численности и динамики численности охотничье-промысловых, охраняемых и условно вредных видов;
- контроль численности охотничье-промысловых, охраняемых и условно вредных видов;
- планирование воспроизводства охотничье-промысловых и охраняемых видов, обоснование мероприятий по борьбе с условно вредными видами.

В соответствии с этим входные и выходные параметры подсистемы ЦКМФР Новосибирской области будут включать в себя следующие группы показателей (рисунок 5.39).



Рисунок 5.39 – Входные и выходные параметры подсистемы ЦКМФР Новосибирской области

Весьма низкая обеспеченность базы тематических данных ЦКМФР детальными количественными сведениями (см. таблицу В.1 (приложение В)), тесная взаимосвязь закономерностей расселения животных с условиями окружающей среды, необходимость учета доступности и проходимости территории при планировании ее использования в охотничьем хозяйстве обуславливают высокую целесообразность создания картографического обеспечения для управления фаунистическими ресурсами в виде трехмерных ЦКМФР.

Трехмерные статичные ЦКМФР подразумевают использование третьего измерения для передачи реальной картины рельефа местности или для визуализации абстрактного показателя (или показателей) картографирования. Такое картографическое обеспечение может решать задачу отображения общей ситуации с пространственным размещением охотничье-промыслового или охраняемого вида (см. рисунок 5.38, 5.40) и создаваться как в статистической форме представления, как на рисунке 5.40, так и в динамической форме, которая предоставляет пользователю всесторонний обзор изучаемой территории (рисунок 5.41).

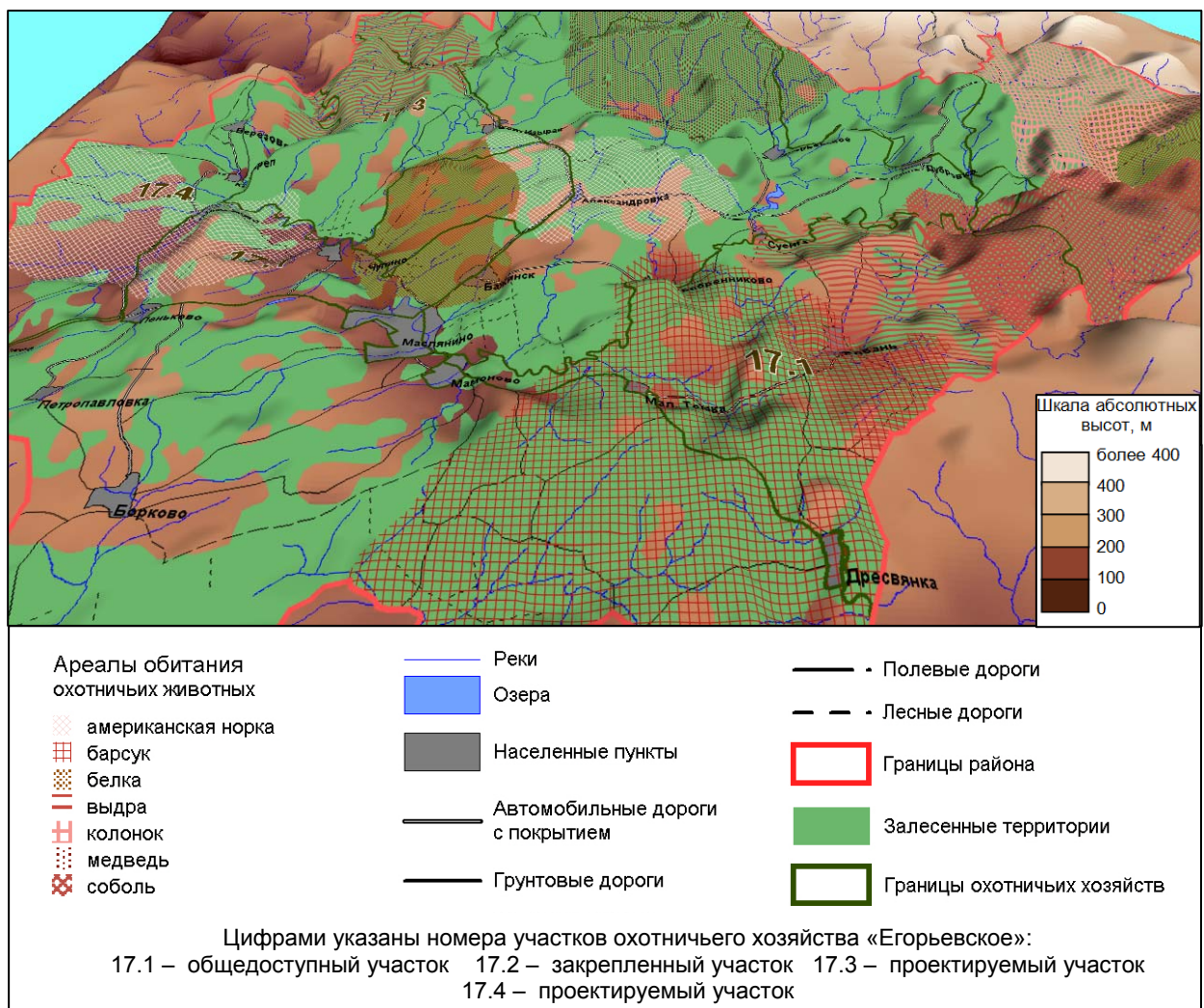


Рисунок 5.40 – Цифровая картографическая модель расселения охотничье-промысловых ресурсов по территории Маслянинского района Новосибирской области

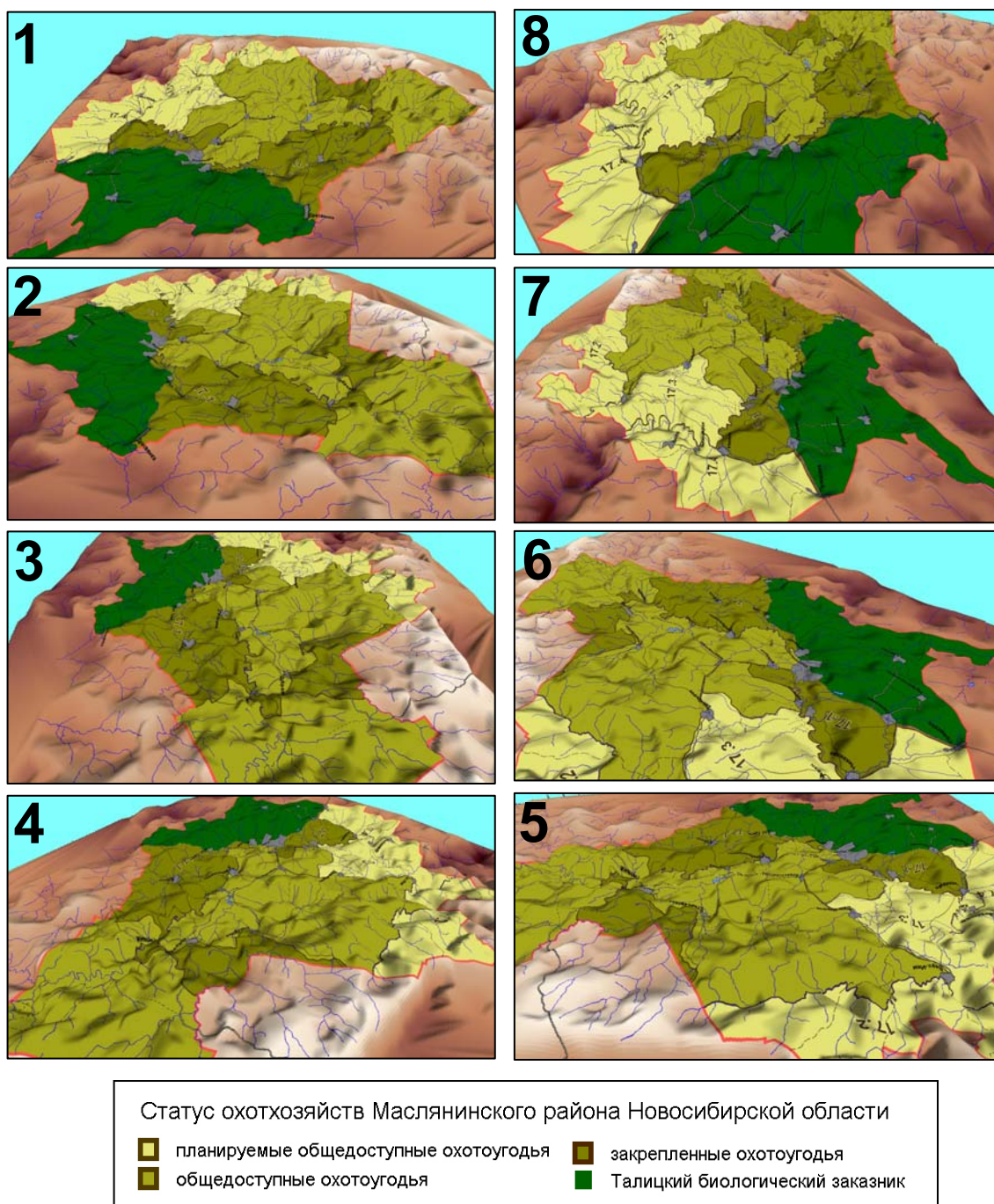


Рисунок 5.41 – Трехмерное динамичное представление цифровой картографической модели охотничьих хозяйств Маслянинского района Новосибирской области (представлены ключевые кадры)

Решение второй типовой задачи, посвященной детальному ознакомлению пользователя со структурными параметрами фаунистических ресурсов, также может быть выполнено с применением трехмерной картографической продукции.

На рисунке 5.42 представлена трехмерная ЦКМФР, отображающая основные параметры охоты на утку в Маслянинском районе Новосибирской области.

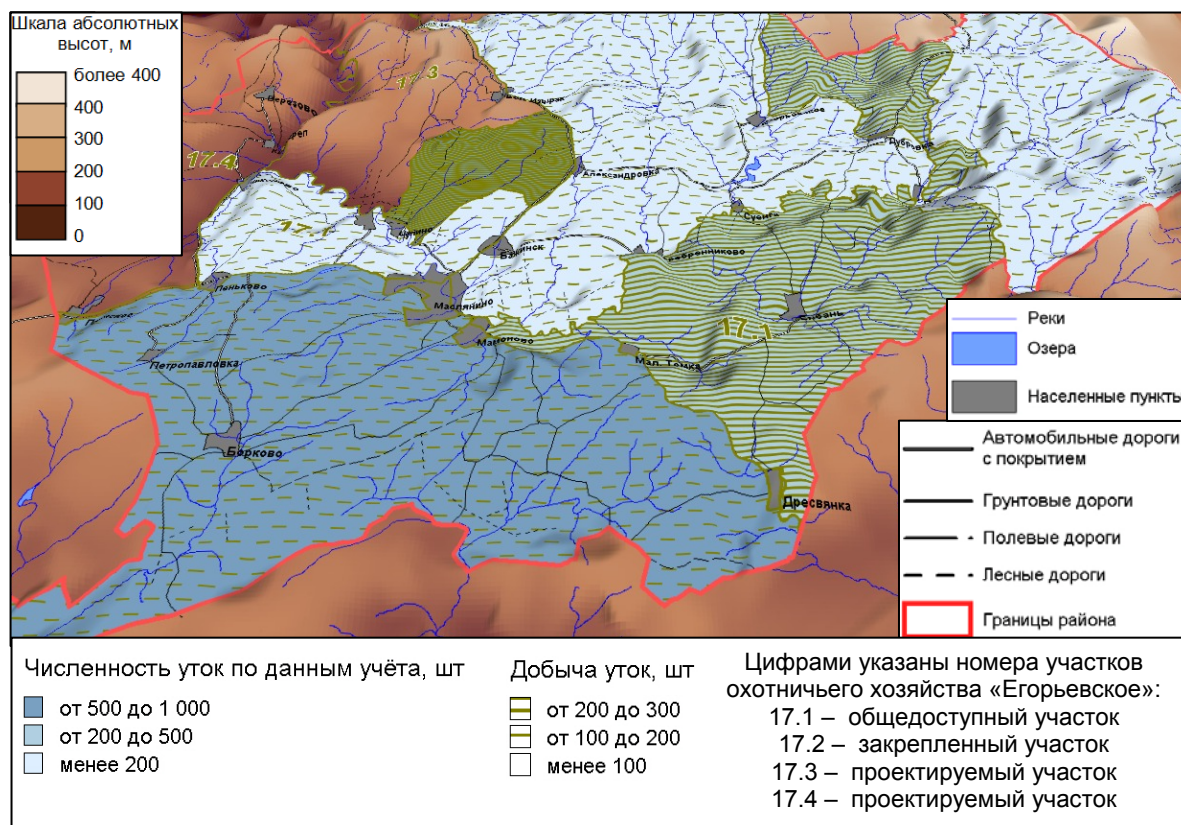


Рисунок 5.42 – Цифровая картографическая модель численности и добычи утки по участкам охотхозяйства Маслянинского района Новосибирской области

Для повышения информированности пользователя также целесообразно использовать другой вариант трехмерной статичной ЦКМФР, когда значения аппликат используются для передачи конкретного тематического показателя. Такие ЦКМФР обеспечат наглядную демонстрацию пространственной динамики запрошенных показателей, четко выделив районы, которые являются «лидерами» и «аутсайдерами» (рисунок 5.43). Следует заметить, что создание такого картографического обеспечения возможно только при наличии количественных данных, покрывающих всю картографируемую территорию.

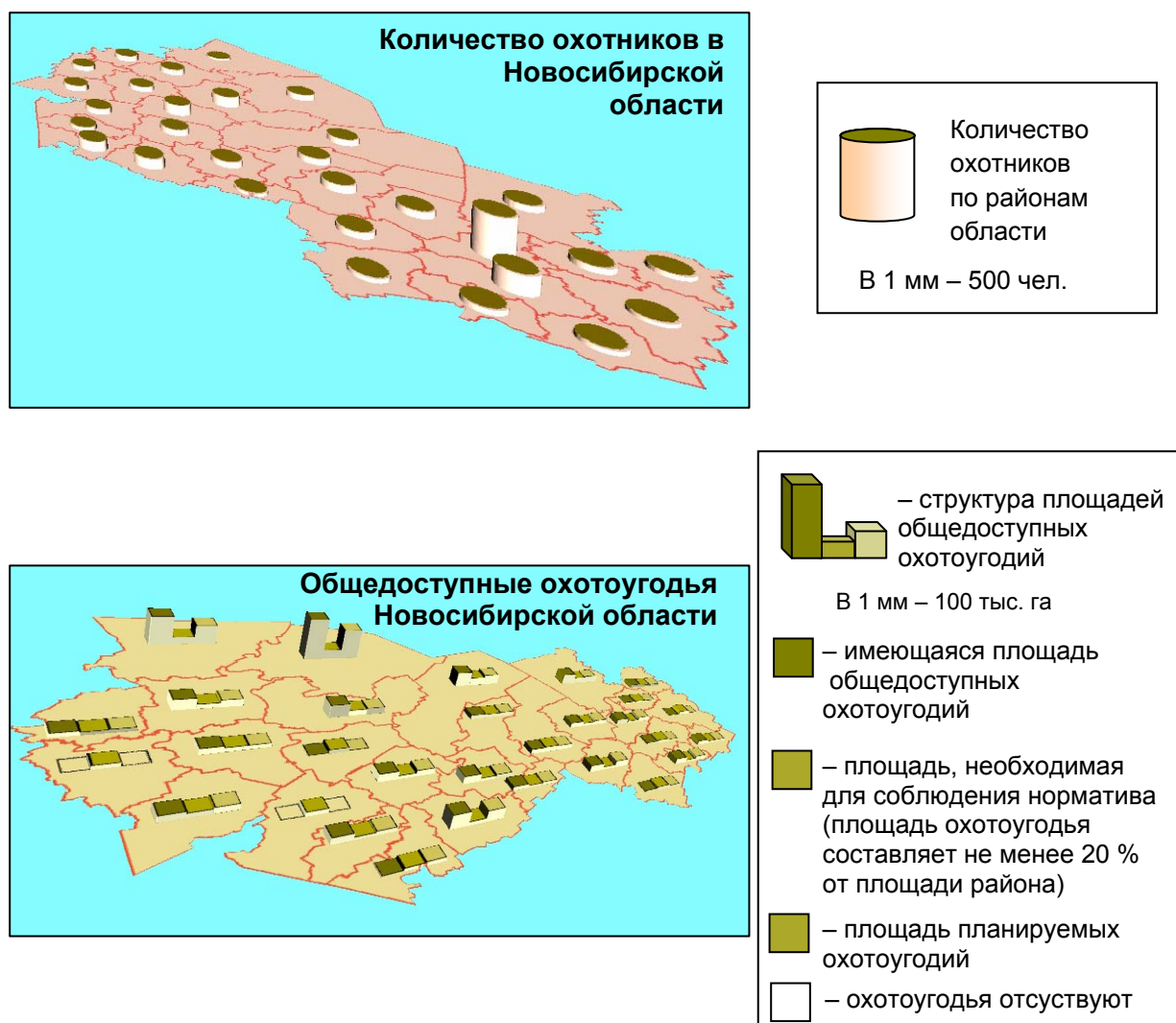


Рисунок 5.43 – Трехмерное моделирование отдельных характеристик фаунистических ресурсов на региональных ЦКМФР

В случае, если выполнение пользовательского запроса предусматривает визуализацию более пяти количественных показателей, в соответствии с ранее разработанным требованием к максимальному количеству показателей, одновременно отображаемых на ЦКМФР (см. таблицу 4.3), следует предусмотреть возможность создания картографического обеспечения в виде двухмерной цифровой карты, которая в сравнении с трехмерными ЦКМФР будет характеризоваться меньшей наглядностью, но большей информативностью. Примеры подобных произведений приведены на рисунках 5.35, 5.37, 5.44.

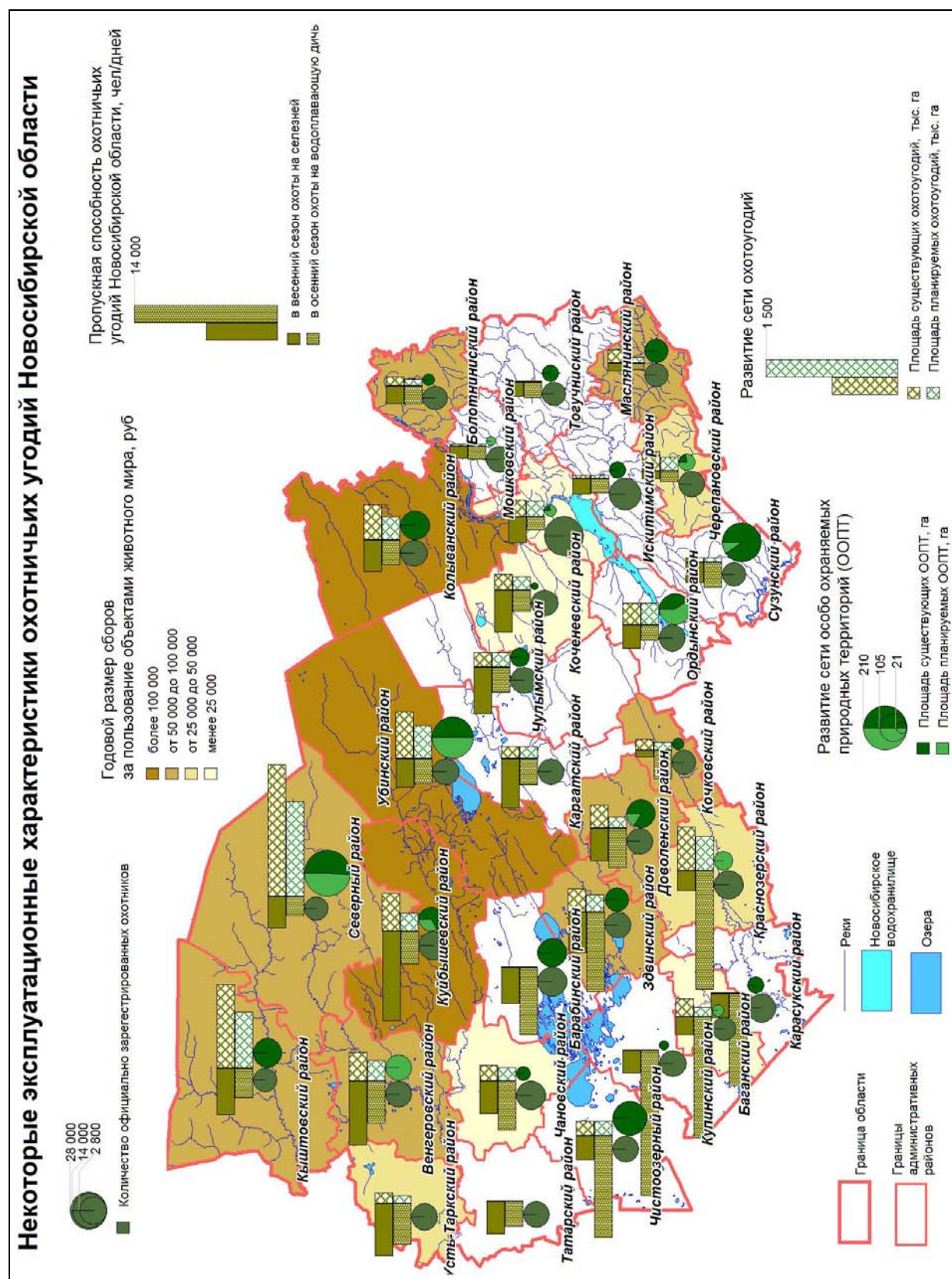


Рисунок 5.44 – Региональная цифровая картографическая модель эксплуатационных характеристик охотничьих хозяйств Новосибирской области (двухмерная статичная форма представления)

Для решения типовой задачи, связанной с изучением пользователем динамики запасов или характеристик фаунистических ресурсов, целесообразно применять ЦКМФР, представленные в форме двухмерной или трехмерной картографической анимации. Такой способ отображения особенно рекомендован при создании картографического обеспечения для анализа пространственно-временной динамики ареалов расселения охраняемых видов или временной динамики показателей запасов охотничье-промысловых ресурсов (рисунок 5.45).

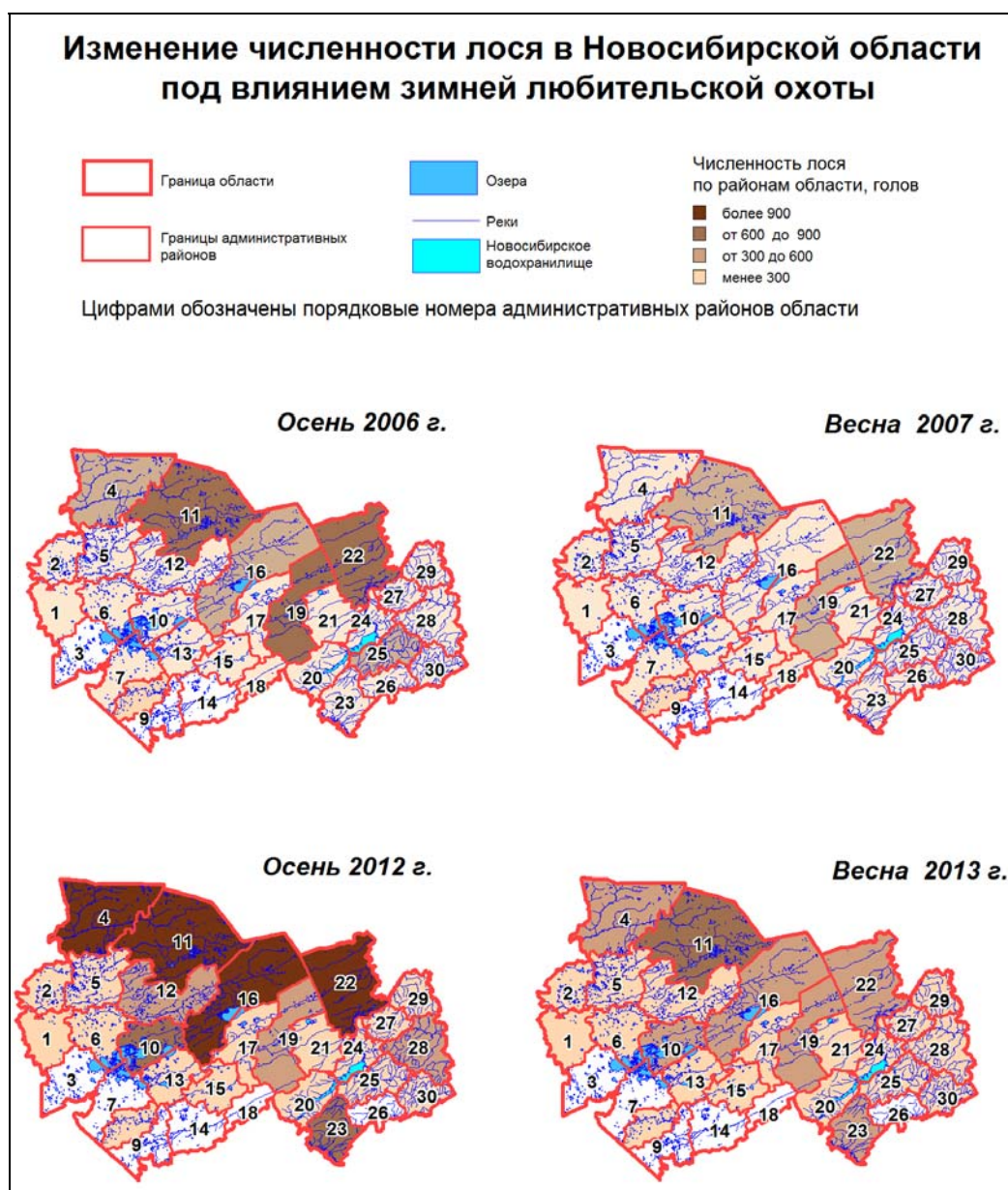


Рисунок 5.45 – Региональная цифровая картографическая модель динамики численности лося (покадровое представление)

Выводы по 5-му разделу диссертационной работы:

– апробация разработанных теоретических и методических положений осуществлялась в ходе проектирования подсистемы цифровых картографических моделей биологических ресурсов Новосибирской области. Поскольку из всех видов биологических ресурсов наибольший вклад в экономику региона вносят лесные и фаунистические ресурсы, основное внимание было уделено их геоинформационному моделированию и картографированию;

– выполненные экспериментальные работы по сбору, систематизации и интеграции разнородных данных о лесных ресурсах и животном мире Новосибирской области позволили сформировать базы данных соответствующей тематики и отработать различные формы представления цифровых картографических моделей лесных и фаунистических ресурсов для решения прикладных задач по управлению лесным и охотничьим хозяйством области;

– обоснованы ландшафтный и статистический подходы к картографированию фаунистических ресурсов в системе ЦКМПР региона, которые позволяют компенсировать неоднородность информационного покрытия территории региона данными об объектах животного мира.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать методологию геоинформационного моделирования и картографирования состояния природных ресурсов региона для рационального природопользования. Таким образом, цель диссертационной работы достигнута, поставленные задачи решены.

Итоги проведенных исследований заключаются в следующем:

- проанализированы существующие процессы сбора сведений о природных ресурсах, выявлено отсутствие организационного, методического и технологического единства среди поставщиков природно-ресурсных данных и недостаточная организованность информационного обмена между ними, что затрудняет сопоставление и комплексное использование данных, ограничивает доступ пользователей к ним, резко сужает объем фактически используемых данных для обоснования решений по эксплуатации природных ресурсов;
- проанализирован и обобщен опыт природно-ресурсного картографирования, что позволило выявить узкоотраслевой характер существующих разработок и ограниченность применения интеграции и системного подхода к моделированию и картографированию разнородных природно-ресурсных данных;
- разработаны теоретические основы и сформулированы принципы геоинформационного моделирования и картографирования разнородных природно-ресурсных данных для анализа и прогноза состояния природных ресурсов региона;
- разработана концепция инфраструктуры природно-ресурсных пространственных данных региона, позволяющей регулировать и оптимизировать процесс сбора и упорядочивания разнородных природно-ресурсных данных. Этим повышается доступность данных для специалистов в области управления природными ресурсами и закладывается информационно-организационная основа для формирования единого природно-ресурсного геоинформационного пространства региона;

– разработана природно-ресурсная геоинформационная модель региона, обеспечивающая получение нового знания о состоянии природных ресурсов на основе интеграции и геоинформационного анализа упорядоченной совокупности данных;

– разработаны научно-методические основы интерактивного картографического отображения разнородных природно-ресурсных данных в виде системы цифровых картографических моделей природных ресурсов, которые включают в себя: теоретическое обоснование структуры системы; методику селекции и интеграции данных для получения информативной и современной характеристики состояния природных ресурсов региона; принципы системной визуализации интегрированного массива природно-ресурсных данных в различных формах картографического представления; методику формализации процесса выполнения пользовательского запроса при обращении к системе цифровых картографических моделей природных ресурсов;

– разработано технологическое решение интерактивного создания цифровых картографических моделей природных ресурсов, включающее в себя принципы и логическую последовательность автоматизированной визуализации запрошенных данных в ГИС. Оно позволяет пользователю создавать картографические произведения, характеризующиеся необходимым для решения прикладных задач уровнем информативности и соответствующие государственным и отраслевым стандартам на создание картографической продукции;

– выполнены экспериментальные исследования по обоснованию структуры и тематического содержания системы цифровых картографических моделей биологических ресурсов на примере Новосибирской области и отработке различных форм представления цифровых картографических моделей средствами геоинформационного картографирования и 3D-моделирования.

Результаты диссертационного исследования рекомендованы к использованию в практической деятельности информационно-аналитических отделов региональных органов управления природопользованием и охраной окружающей сре-

ды, научно-исследовательских учреждениях в сфере изучения природных ресурсов. Перспективное развитие исследований связано с развитием трехмерного и четырехмерного картографического моделирования природно-ресурсных данных для управления природопользованием региона.

Эффективность выполненных теоретических и практических разработок подтверждена результатами четырех фундаментальных НИР. Предложенная методика по интеграции разнородных природно-ресурсных данных апробирована и внедрена в научно-исследовательских и научно-производственных организациях (в том числе – в Институте систематики и экологии животных СО РАН), что подтверждается актами о внедрении. Результаты исследований внедрены в учебный процесс СГУГиТ и используются при преподавании дисциплин «Основы природопользования», «Кадастр природных ресурсов» и «Картографирование природных ресурсов».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БПД – базовые пространственные данные

БПО – базовые пространственные объекты

ГБУ РБ – государственное бюджетное учреждение Республики Бурятия

ГВК – государственный водный кадастр

ГЗК – государственный земельный кадастр

ГКМ – государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых

ГЛК – государственный лесной кадастр

ГИС – географическая информационная система

ДВО РАН – Дальневосточное отделение Российской академии наук

ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли

МГУ – Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

МПР – Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

НИР – научно-исследовательская работа

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ООПТ – особо охраняемые природные территории

РИПД – инфраструктура пространственных данных Российской Федерации

САПР – система автоматизированного проектирования

СО РАН – Сибирское отделение Российской академии наук

ФГБОУ ВПО – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ФГБУН – федеральное государственное бюджетное учреждение науки хозяйственного использования и восстановления фаунистических ресурсов

GPS – Global Positioning System, система глобального позиционирования

HLS – Hue, Lightness, Saturation, цветовая модель «Тон-Светлота-Насыщенность»

RGB – Red, Green, Blue, аддитивная цветовая модель

SQL – Structured Query Language, язык структурированных запросов

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

В настоящей диссертационной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

– *инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных (инфраструктура ПРПД)* – система сбора, систематизации, хранения и предоставления пользователям природно-ресурсных пространственных данных;

– *набор природно-ресурсных данных (НПРД)* – послойно организованная совокупность пространственных данных об используемых либо намеченных к использованию природно-ресурсных объектах и связанной с ними хозяйственной инфраструктуре в объеме базовых пространственных данных региона;

– *природно-ресурсная геоинформационная модель региона (ПРГМ региона)* – цифровое представление упорядоченной совокупности пространственно распределенных данных о природно-ресурсных объектах территории, полученных из различных источников, перечень которых достаточен для осуществления рационального управления природными ресурсами региона в настоящем и будущем;

– *природно-ресурсные пространственные данные (ПРПД)* – данные о пространственных объектах, являющихся цифровым представлением природных и природно-антропогенных объектов реальности, вовлеченных или намеченных к вовлечению в хозяйственную деятельность;

– *регион* (в контексте данной работы) – единица первого уровня классификации Общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (область, край, республика и т. п. в составе РФ);

– *система цифровых картографических моделей природных ресурсов региона (система ЦМКПР региона)* – совокупность цифровых картографических моделей, отображающих современное состояние и перспективы использования ресурсов природных компонентов региона (водных, земельных, минеральных, биологических) и объединенных общностью территориального охвата, детально-

стью и геометрической точностью отображения картографируемых показателей и кругом решаемых задач;

– *цифровая картографическая модель биологических ресурсов (ЦКМБР)* – цифровое картографическое произведение, созданное для визуализации и моделирования данных о биологических ресурсах во взаимосвязи с ресурсами абиотического происхождения для их эффективного использования при ведении хозяйства;

– *цифровая картографическая модель лесных ресурсов (ЦКМЛР)* – цифровое картографическое произведение, на котором объектом картографирования являются древесные и пищевые лесные ресурсы данного региона;

– *цифровая картографическая модель природных ресурсов (ЦКМПР)* – формализованное представление комплекса характеристик природного ресурса, имеющего многоаспектное назначение и обеспечивающего получение нового знания для планирования мероприятий по управлению данным ресурсом;

– *цифровая картографическая модель растительных ресурсов (ЦКМРР)* – цифровое картографическое произведение, на котором объектом картографирования являются ресурсы дикорастущих растений различных природных зон;

– *цифровая картографическая модель фаунистических ресурсов (ЦКМФР)* – цифровое картографическое произведение, на котором объектом картографирования являются ландшафтное деление территории, охотничье-промысловые, охраняемые и условно вредные виды животных, объекты хозяйственного использования и восстановления фаунистических ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Абдурахманов, Г. М. Новый подход к проблеме объективного зоогеографического районирования [Текст] / Г. М. Абдурахманов, Ш. И. Исмаилов, А. Л. Лобанов. – Махачкала : Дагестанск. госпедуниверситет, 1995. – 325 с.
- 2 Авдонин, В. В. Геология полезных ископаемых [Текст] / В. В. Авдонин, В. И. Старостин. – М. : Academia, 2010. – 384 с.
- 3 Азаров, Б. Ф. Использование наземного лазерного сканирования для обследования состояния берегов Красноярского водохранилища [Текст] / Б. Ф. Азаров, Е. А. Федорова // Геопрофи. – 2014. – № 1. – С. 46–52.
- 4 Алексеева, М. А. Ведущие предприятия ЛПК Новосибирской области [Текст] / М. А. Алексеева // ЛесПромИнформ. – 2013. – № 6 (96). – С. 46–47.
- 5 Алексеева, М. А. Развитие ЛПК Новосибирской области сдерживается недостатком хвойных пород [Текст] / М. А. Алексеева // ЛесПромИнформ. – 2013. – № 6 (96). – С. 40–41.
- 6 Амелин, А. В. Примеры экспериментального дешифрирования преобразованных материалов космической фотосъемки [Текст] / А. В. Амелин, Т. В. Амелина, Е. А. Востокова // Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. – М. : Недра, 1982. – С. 134–157.
- 7 Антипов, А. Н. Водно-ресурсные проблемы Сибири и ландшафтно-гидрологические подходы к их решению [Текст] / А. Н. Антипов, Л. М. Корытный // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов : материалы науч. конф. Иркутск, 20–24 сент. 2005 г. – Иркутск, 2005. – С. 7–10.
- 8 Антропогенное влияние на ландшафты Среднего Приангарья [Иркутская область] [Текст] / Е. В. Клевцов, Л. А. Пластинин, В. А. Снытко, О. И. Котова // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. – 2000. – № 3. – С. 20–24.
- 9 Артюшин, Л. Ф. Цветоведение [Текст] : учеб. пособие для полиграф. техникумов / Л. Ф. Артюшин. – М. : Книга, 1982. – 200 с.

- 10 Асланикашвили, А. Ф. Метакартография. Основные проблемы [Текст] / А. Ф. Асланикашвили. – Тбилиси : Мецниереба, 1974. – 125 с.
- 11 Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий [Текст] / Ред. А. С. Мартынов. – М. : ПАИМС, 1996. – 144 с.
- 12 Атлас земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://atlas.mcx.ru/>.
- 13 Бажак, К. Возникновение изображения [Текст] / К. Бажак. – М. : Астрель, 2003. – 160 с.
- 14 Барлоу, Дж. П. Декларация независимости киберпространства [Текст] / Дж. П. Барлоу // Информационное общество. – М. : АСТ. – 2004. – С. 350.
- 15 Батуев, А. Р. Геоинформационное картографирование для сбалансированного территориального развития [Текст] / А. Р. Батуев // География и природ. ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 197–198.
- 16 Батуев, А. Р. Картографическое обеспечение регионального развития [Текст] : дис. ... д-ра геогр. наук : 25.00.33 / Батуев Александр Раднажапович. – М., 2003. – 395 с.
- 17 Батуев, А. Р. Обоснование и картографирование территориальной структуры экологического каркаса региона [Текст] / А. Р. Батуев, Д. А. Лопаткин // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о земле. – 2008. – Т. 1. – С. 56–75.
- 18 Батуев, А. Р. Цифровые ресурсные карты как основа инфраструктуры пространственных данных региона [Текст] / А. Р. Батуев, Д.А. Лопаткин // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2009. – Т. 2. – № 2. – С. 37–52.
- 19 Батуев, Д. А. Картографические модели природопользования региона [Текст] : монография / Д. А. Батуев, С. Ж. Воложжина, М. Г. Сакияева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. – 161 с.
- 20 Белов, А. В. Социально-экономическая роль растительности в картографическом обосновании рационального природопользования в системе геоботанического прогнозирования [Текст] / А. В. Белов, Л. П. Соколова // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 25–32.

- 21 Белов, В. С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения [Текст] : учеб. пособие, руководство, практикум / В. С. Белов. – М. : Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики, 2005. – 111 с.
- 22 Берлянт, А. М. Виртуальные геоизображения [Текст] / А. М. Берлянт. – М. : Научный мир, 2011. – 56 с.
- 23 Берлянт, А. М. Геоиконика [Текст] / А. М. Берлянт. – М. : Астрей, 1996. – 208 с.
- 24 Берлянт, А. М. Картографическое моделирование и системный анализ [Текст] / А. М. Берлянт // Пути развития картографии. – М. : Изд-во МГУ. – 1975. – С. 98–106.
- 25 Берлянт, А. М. Картография [Текст] : учебник для вузов / А. М. Берлянт. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
- 26 Билич, Ю. С. Проектирование и составление карт [Текст] : учебник для вузов / Ю. С. Билич. – М. : Недра, 1984. – 364 с.
- 27 Биологический энциклопедический словарь [Текст] / Под ред. М. С. Гилярова. – М. : Сов. Энциклопедия, 1989. – 864 с.
- 28 Биоразнообразие и динамика экосистем (информационные технологии и моделирование) [Текст] / Отв. ред. В. К. Шумный, Ю. И. Шокин, Н. А. Колчанов, А. М. Федотов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2006. – 648 с.
- 29 Большой энциклопедический словарь [Текст]. – М. : АСТ, 2008. – 1248 с.
- 30 Бочаров, М. К. Основы теории проектирования систем картографических знаков [Текст] / М. К. Бочаров. – М. : Недра, 1966. – 136 с.
- 31 Браташов, В. А. Концепция создания комплексного территориального кадастра на муниципальном уровне [Текст] / В. А. Браташов // Материалы Всероссийской конференции «Муниципальные Геоинформационные системы». – Обнинск, 1997. – С. 12–14.
- 32 Булдакова, Е. В. География ботанического разнообразия биомов восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов [Текст] : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Булдакова Екатерина Валентиновна. – М. : 2009. – 24 с.

- 33 Васмут, А. С. Автоматизация и математические методы в картосоставлении [Текст] / А. С. Васмут, Л. М. Бугаевский, А. М. Портнов. – М. : Недра, 1991. – 392 с.
- 34 Васмут, А. С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ [Текст] / А. С. Васмут. – М. : Недра, 1983. – 200 с.
- 35 Веб-атлас «Россия как система» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sci.aha.ru/ATL/ra22c.htm>.
- 36 Веденин, Н. Н. Животный мир : проблемы охраны и использования [Текст] / Н. Н. Веденин // Журнал российского права. – 2002. – № 12. – С. 40–47.
- 37 Визуальные методы дешифрирования [Текст] / Т. В. Верещака, А. Т. Зверев, С. А. Сладкопевцев, С. С. Судакова. М. : Недра, 1990. – 344 с.
- 38 В обход мест скоплений гренландского тюленя. Суда в Белом море будут корректировать свои маршруты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://press.scanex.ru/index.php/ru/news/item/3500-n173212171/3500-n173212171>.
- 39 Водный кодекс Российской Федерации [Текст] : [федер. закон : принят Гос. Думой 12 апр. 2006 г. : по состоянию на 22 янв. 2015 г.]. – М. : Омега-Л, 2015. – 48 с.
- 40 Володченко, А. С. Атласная картосемиотика [Текст] / А. С. Володченко. – Дрезден : Selbstverlag, 2006. – 100 с.
- 41 Володченко, А. С. Картоязыковые проблемы и картосемиотика. Сравнительный анализ, размышления, разработки [Текст] / А. С. Володченко. – Дрезден : Selbstverlag, 1993. – 84 с.
- 42 Воробьева, Т. А. Информационно-картографическое обеспечение принятия решений в управлении природопользованием [Текст] / Т. А. Воробьева // Рациональное природопользование : традиции и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, МГУ, 23–24 нояб. 2012 г. – Изд-во Московского ун-та. – М., 2013. – С. 37–40.

43 Востокова, А. В. Оформление карт. Компьютерный дизайн [Текст] : учебник / А. В. Востокова, С. М. Кошель, Л. А. Ушакова / Под ред. А. В. Востоковой. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 288 с.

44 В перспективе лесная отрасль должна вносить более существенный вклад в экономику региона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nso.ru/news/29>.

45 Временный регламент информационного взаимодействия федеральных государственных учреждений – территориальных фондов информации по природным ресурсам и охране окружающей среды МПР России по федеральным округам и субъектам Российской Федерации с находящимися в ведении МПР России федеральной службой и федеральными агентствами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tfidvfo.ru/inform/i1.htm>.

46 Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. Лаборатория системного анализа водных биоресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vniro.ru/ru/nauchnaya-deyatelnost/nauchnye-napravleniya/bioresursy/laboratoriya-sistemnogo-analiza-vodnykh-bioresursov>.

47 Выркин, В. Б. Эоловое рельефообразование в Прибайкалье и Забайкалье [Текст] / В. Б. Выркин // География и природные ресурсы. – 2010. – № 3. – С. 25–32.

48 Гагин, В. Е. Система уровней картографирования объектов и комплексов природного и культурного наследия [Текст] / В. Е. Гагин, Н. В. Котельникова // Геодезия и картография. – 2012. – № 8. – С. 24–29.

49 Географические аспекты обоснования развития агломерации «Большой Иркутск» [Текст] / Л. М. Корытный, А. В. Бардаш, В. Н. Богданов, Н. В. Воробьев // География и природ. ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 103–110.

50 Географическое картографирование : карты природы (учебное пособие) [Текст] / Е. А. Божилина, Л. Г. Емельянова, Т. В. Котова и др. – М. : КДУ, 2010. – 316 с.

51 География. Современная иллюстрированная энциклопедия [Текст] / Под ред. А. П. Горкина. – М. : Росмэн, 2006. – 624 с.

52 География и мониторинг биоразнообразия [Текст] : учеб. пособие / Ред. Н. С. Касимов. – М. : Изд-во Науч. и учебно-метод. центра, 2002. – 432 с.

53 Географо-картографические результаты космического эксперимента «Радуга» и перспективы многозональной съемки для оценки природных ресурсов восточных районов страны [Текст] / Ю. В. Книжников, В. И. Кравцова, Т. В. Котова и др. // Картографическое обеспечение и планирование территориальных производственных систем Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск : Ин-т географии Сибири и Дальнего Востока, 1978. – С. 109–119.

54 Геоинформационные системы с дистанционным потоком информации. Географическое обеспечение управления народным хозяйством [Текст] / Ред. Ю. Г. Симонов. – М. : МГУ, 1990. – 182 с.

55 Геопортал ИТЦ «СканЭкс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://projects.scanex.ru/>.

56 Геопортал Республики Бурятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo.govrb.ru/2014/>.

57 Геопортал Республики Коми [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis.rkomi.ru/>.

58 Геопортал Республики Коми. Природно-ресурсный потенциал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis.rkomi.ru/PRP>.

59 Геопортал Роскосмоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gptl.ru/>.

60 Геопортал электронного правительства Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geoportal.samregion.ru/>.

61 Геопортал Югра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maps.crru.ru/smaps/cmViewer.php>.

62 Геопорталы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisgeo.org/catalogue/geoportals.html>.

63 ГИС «Природные ресурсы Магаданской области». Информационно-аналитический WEB-ресурс геопространственных данных по геологии, минеральным ресурсам и биоразнообразию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neisri.ru/magobl/>.

64 ГИС WebServer AGRO использует данные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга сельскохозяйственных угодий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru/newspages-news-1619-0>.

65 Горлов, В. Н. Первая карта нефтяной и газовой промышленности России для высших учебных заведений : географический и геоинформационный аспекты [Текст] / В. Н. Горлов, М. Н. Губанов, В. С. Тикунов // Устойчивое развитие территорий : теория ГИС и практический опыт : материалы Междунар. конф. Интер-Карто-ИнтерГИС-18. Смоленск. – Смоленск, 2012. – С. 251–255.

66 Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2014 году» [Текст] – Новосибирск : Изд-во Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области, 2015. – 244 с.

67 Государственный мониторинг состояния недр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://centrnedra.ru/?id1=&id2=12>.

68 ГОСТ Р 22.1.09-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования [Текст] – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 9 с.

69 ГОСТ Р 52055-2003. Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования [Текст]. – М. : Госстандарт России, 2003. – 8 с.

70 ГОСТ 26640-85. Земли. Термины и определения [Текст]. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 5 с.

71 ГОСТ 34.003-90. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и опреде-

ления [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_34.003-90.

72 ГОСТ 28441-99. Картография цифровая. Термины и определения [Текст]. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 1999. – 13 с.

73 ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов [Текст]. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 12 с.

74 Гринько, Н. К. Всемирное наследие горного дела [Текст] / Н. К. Гринько, В. Д. Грунь, В. Г. Лунев // Горная Промышленность. – 2012. – № 2. – С. 136–139.

75 Данные сельскохозяйственной переписи в РФ доступны в Интернете благодаря ГИС технологиям [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.gisa.ru/66931.html>.

76 Дашина, Н. С. Общая психология и педагогика. Книга 2. Педагогика [Текст] / Н. С. Дашина. – М. : Современный Гуманитарный Университет, 1999. – 60 с.

77 Делия, В. П. Механизм рационального природопользования в условиях перехода к инновационной экономике [Электронный ресурс] / В. П. Делия // Управление экономическими системами. – 2011. – № 2 (26). – Режим доступа:
<http://uecs.ru/marketing/item/324-2011-03-25-11-30-50>.

78 Де Мерс, М. Н. Географические Информационные Системы. Основы [Текст] / М. Н. Де Мерс. – М. : Дата+, 1999. – 493 с.

79 Динамика численности и пространственная неоднородность сообществ. Позвоночные [Текст] / С. М. Цыбулин, Ю. С. Равкин, И. Ф. Жимулёв, В. В. Панов, Л. Г. Вартапетов, В. С. Жуков, И. Н. Богомоллова, О. Н. Николаева // Динамика экосистем Новосибирского Академгородка. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2013. – С. 309–318.

80 Дубровский, Е. Н. Информационно-обменные процессы как факторы эволюции общества [Текст] / Е. Н. Дубровский. – М. : МГСУ, 1996. – 367 с.

- 81 Егоренков, Л. И. Статистика природопользования : учебное пособие для вузов [Текст] / Л. И. Егоренков. – М. : Инфра-М Форум, 2015. – 173 с.
- 82 Еремченко, Е. Н. Неогеография : особенности и возможности [Текст] / Е. Н. Еремченко // Неогеография XXI-2008 : материалы IX Международного форума «Высокие технологии XXI века». – М., 2008. – С. 170.
- 83 ESA разработала беспилотные летательные аппараты для мониторинга земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/67074.html>.
- 84 Жалковский, Е. А. Концепция создания государственной распределенной базы геопространственных данных [Текст] / Е. А. Жалковский, В. И. Катаев // Геодезия и картография. – 1998. – № 3. – С. 22–30.
- 85 Жалковский, Е. А. О концепции ГИС СНГ [Текст] / Е. А. Жалковский, Г. А. Пьянков // Геодезия и картография. – 1997. – № 4. – С. 46–49.
- 86 Жалковский, Е. А. О создании геоинформационных систем для органов государственной власти Российской Федерации [Текст] / Е. А. Жалковский // Геодезист. – 2001. – № 4. – С. 14–18.
- 87 Жалковский, Е. А. Состав и структура распределенной базы геоинформационной системы [Текст] / Е. А. Жалковский, В. И. Лазарев // Геопрофи. – № 6. – 2003. – С. 34–36.
- 88 Жалковский, Е. А. Цифровая картография и геоинформатика [Текст] / Ред. Е. А. Жалковский. – М. : Картогеоцентр – Геодезиздат, 1998. – 104 с.
- 89 Журкин, И. Г. Геоинформационные системы [Текст] / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М. : КУДИЦ-Пресс, 2009. – 272 с.
- 90 ZALA AERO GROUP. Беспилотные системы. Авиачет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zala.aero/category/applications/aerophoto/obnaruzhenie-losya/>.
- 91 Заруцкая, И. П. Картографирование природных условий и ресурсов [Текст] / И. П. Заруцкая, Н. В. Красильникова. – М. : Недра, 1988. – 239 с.
- 92 Заруцкая, И. П. Составление специальных карт природы [Текст] / И. П. Заруцкая. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1966. – 232 с.

93 Зятькова, Л. К. Геомониторинг природной среды [Текст] : монография: в 2 т. / Л. К. Зятькова, И. В. Лесных. – Новосибирск : СГГА, 2004.

94 Зятькова, Л. К. Геоэкологическая паспортизация районов Новосибирской области [Текст] : монография / Л. К. Зятькова, Б. В. Селезнев, Е. В. Комиссарова. – Новосибирск : СГГА, 2011. – 270 с.

95 Земельный кодекс Российской Федерации [Текст] : федер. закон : принят Гос. Думой 28 сент. 2001 г. : по состоянию на 01 мая 2015 г. – М. : Эксмо, 2015. – 160 с.

96 Инструкция о порядке ведения государственного лесного кадастра (утверждена Постановлением Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 24 янв.1985 г. № 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9035739>.

97 Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/lj-zakony/w8b.htm>.

98 Инструкция по ведению кадастра и методическое руководство по составлению паспортов (утверждена приказом Мингео СССР от 25.07.1980 г. № 312) [Текст]. – М. : Союзгеолфонд, 1981. – 191 с.

99 Инструкция по организации и ведению мониторинга птиц ВБУ [Текст] / И. И. Черничко и др. – Мелитополь : ХГНБ им. Короленко, 1998. – 14 с.

100 Инструмент для подбора цветов и генерации цветовых схем Colorscheme [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://colorscheme.ru/color-names.html>.

101 Интеграция геопространственных данных на основе трехмерного моделирования для экологической оценки городских территорий [Текст] / Л. К. Трубина, Т. А. Хлебникова, О. Н. Николаева, Е. Н. Кулик // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 83–86.

102 Интерактивная карта. Геопортал Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://map.govvrn.ru/gmaps/>.

103 Информационная система «Биоразнообразие животных России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zin.ru/ZooDiv/Index.html>.

104 Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nffc.aviales.ru/main_pages/index.shtml.

105 Информационная система по биоразнообразию Югры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ugrabio.ru/>.

106 Информационно-поисковая система «Позвоночные животные России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sevin.ru/vertebrates/>.

107 Использование космических снимков в тематическом картографировании (Картография). Обзор [Текст] Отв. ред. Ю. Г. Кельнер. – М. : ЦНИИГАиК, 1979. – 75 с.

108 Исследование природной среды космическими средствами. География. Методы космической фотосъемки. Т. 4. [Текст] / Ред. Ю. Ф. Книжников, Л. А. Ведешин, В. И. Кравцова, Ю. М. Чесноков. – М. : ВИНТИ, 1975. – 244 с.

109 Исследование путей создания мониторинга природной среды из космоса в интересах природопользования [Текст] : Метод. материалы «Опыт проектирования электрон. кадастр. модулей» : Науч.-техн. сб. по геодез., аэрокосм. снимкам и картогр. / Федер. служба геодез. и картогр. России (Роскартография), Гос. науч.-исслед. и произв. центр «Природа»; Центр. науч.-исслед. ин-т геодезии, аэрофотосъемки и картогр.; [В.А. Сущеня и др.]. – М. : Изд-во ЦНИИГАиК, 2001. – 163 с.

110 Исследование эколого-геологических систем в целях рационального использования природных ресурсов. Разработка теории и методов исследования эколого-геологических систем, их взаимосвязи с окружающей средой, закономерностей распределения [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Жарников В. Б. – Новосибирск : СГГА. – 2009. – 117 с. – № ГР 012009.54347.

111 Исследование эколого-геологических систем в целях рационального использования природных ресурсов. Разработка методологического обоснования

ведения кадастра эколого-геологических систем как информационной основы рационального природопользования и установления критериев комплексной хозяйственной и экологической оценки территорий [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Жарников В. Б. – Новосибирск : СГГА. – 2010. – 116 с. – № ГР 012009.54347.

112 Исследование эколого-геологических систем в целях рационального использования природных ресурсов. Разработка теории рационального природопользования с учетом современных экологических требований и основных положений экологической геологии. Установление критериев и методов комплексной оценки территории [Текст] : отчет о НИР (заключ.). / науч. рук. Жарников В. Б. – Новосибирск : СГГА. – 2011. – 94 с. – № ГР 012009.54347.

113 Как ГИС представляет и моделирует географическую информацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n0000000r000000.htm>.

114 Капралов, Е. Г. Геоинформатика [Текст] : учеб. для вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикунов; Под ред. В. С. Тикунова. – М. : Академия, 2005. – 480 с.

115 Карпик, А. П. Геоинформационное пространство – базовая продукция геодезического обеспечения территорий в современных условиях / А. П. Карпик // Известия вузов. Горный журнал. – Е., 2004. – № 6. – С. 65–71.

116 Карпик, А. П. Концепция геоинформационного пространства [Текст] / А. П. Карпик // Материалы междунар. науч.-техн. конф., посв. 225-летию МИИГАиК. Ч. Геодезия. – М. : МИИГАиК, 2004. – С. 434–438.

117 Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст] : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.

118 Карпик, А. П. Опыт создания и перспективы развития региональной наземной инфраструктуры ГЛОНАСС/GPS в Новосибирской области [Текст] / А. П. Карпик // Вестник геодезии и картографии. – 2014. – № 8. – С. 4.

119 Карпик, А. П. Реализация проекта наземной инфраструктуры глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» на территории Новосибирской области [Текст] / А. П. Карпик, Г. А. Сапожников, А. В. Дюбанов // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 54–59.

120 Карпик, А. П. Технология обеспечения геопространственными данными инфраструктуры транспортных коридоров [Текст] / А. П. Карпик, А. В. Никитин, А. Р. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 7–18.

121 Карпик, А. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе [Текст] : монография / А. П. Карпик, А. Г. Осипов, П. П. Мурзинцев. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.

122 Карта пожаров ИТЦ «СканЭкс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fires.kosmosnimki.ru/>.

123 Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды [Текст] / Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко, В. А. Сущеня и др. – М. : Недра, 1982. – 251 с.

124 Картографический анализ населения земноводных, пресмыкающихся и птиц Западно-Сибирской равнины и Алтая [Текст] / Ю. С. Равкин, С. М. Цыбулин, С. Г. Ливанов и др. // Сибирский экологический журнал. – 2008 . – Т. 15, № 5. – С. 745–750.

125 Картография для всех и каждого : итоги XXIII Международной картографической конференции и XIV Генеральной ассамблеи Международной картографической ассоциации [Текст] / Н. Н. Комедчиков и др. // Известия РАН. – 2008. – № 4. – С. 133–141.

126 Киенко, Ю. П. Об использовании материалов космических съемок при картографировании и изучении природных ресурсов [Текст] / Ю. П. Киенко, Л. И. Злобин, В. И. Бумблис // Геодезия и картография. – 1978. – № 4. – С. 20–30.

127 Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли. Редакция 7 [Текст]. – Иркутск : Байкальский центр, 2008. – 80 с.

128 Ключниченко, В. Н. Особенности ведения кадастра на современном этапе [Текст] : монография / В. Н. Ключниченко. – Новосибирск : СГГА, 2011. – 139 с.

129 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : текст с изм. и доп. на 10 апр. 2010 г. [Текст]. – М. : Эксмо, 2010. – 304 с.

130 Комлев, Н. Г. Словарь иностранных слов [Текст] / Н. Г. Комлев. – М. : Эксмо-Пресс, 2000. – 1308 с.

131 Комплексный атлас Ханты-Мансийского автономного округа-Югры : новый подход к созданию региональных атласов [Текст] / М. Н. Губанов, Н. М. Киселева, О. И. Котова и др. // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. – 2008. – С. 7–13.

132 Конвенция о сохранении и управлении рыбными ресурсами в открытом море северной части Тихого океана [Текст] / Собрание законодательства Российской Федерации – 2015. – № 42. – Ст. 5727.

133 Конева, И. В. Карта «Нозоэкосистемы Азиатской России» [Текст]/ И. В. Конева, А. Р. Батуев, Д. А. Лопаткин // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 119–134.

134 Коновалова, Н. В. Выбор метода создания поверхностей в ГИС [Текст] / Н. В. Коновалова, С. В. Коробов // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 4 (июль–август). – С. 131–134.

135 Коновалова, Н. В. К вопросу о выборе способа картографического изображения при создании карт классов [Текст] / Н. В. Коновалова // Проблемы региональной экологии. – 2006. – № 2. – С. 15–20.

136 Коновалова, Н. В. Проблемы выбора способа картографического изображения [Текст] / Н. В. Коновалова // Вестник Поморского университета. Серия. Естественные и точные науки. – 2005. – № 1(7). – С. 24–28.

137 Концепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года [Текст]. – М. : Федер. косм. агентство, 2006. – 12 с.

138 Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных РФ [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2006 № 1157-р. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/488442>.

139 Короткий, Л. М. Водно-ресурсные проблемы Иркутской области и приоритеты их решения [Текст] / Л. М. Короткий // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов : материалы науч. конф. Иркутск, 20–24 сент. 2005 г. – Иркутск, 2005. – С. 190–192.

140 Космическая съемка и тематическое картографирование. Методика обработки многозональных снимков [Текст] / Ред. К. А. Салищев, Ю. Ф. Книжников. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 232 с.

141 «Космоснимки» – снимки территории России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kosmosnimki.ru/>.

142 Котельникова, Н. В. Электронная карта рекреационно-туристического зонирования национального парка «Тункинский» (Южное Прибайкалье) [Текст] / Н. В. Котельникова, Р. В. Корюгин, Б. Н. Олзоев // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск : СГГА, 2006. Т. 1, ч. 2. – С. 218–222.

143 Кочуров, Б. И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий) [Текст] / Б. И. Кочуров. – М. : ИГ РАН, 1997. – 156 с.

144 Кошкарев, А. В. Геоинформатика [Текст] / А. В. Кошкарев, В. С. Тихонов / под ред. Д. В. Лисицкого. – М. : Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993. – 213 с.

- 145 Кошкарев, А. В. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами [Текст] / А. В. Кошкарев // Управление развитием территории. – 2008. – № 2. – С. 28–30.
- 146 Кошкарев, А. В. Понятия и термины геоинформатики и ее окружения [Текст] : учебно-справ. пособие. – М. : ИГЕМ РАН, 2000. – 76 с.
- 147 Кошкарев, А. В. Региональные геоинформационные системы [Текст] / А. В. Кошкарев, В. П. Каракин. – М. : Наука, 1987. – 126 с.
- 148 Кравцова, В. И. Материалы космических съёмок и их использование в географических исследованиях [Текст] / Ред. К. А. Салищев, Ю. Ф. Книжников. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 98 с.
- 149 Красная книга Новосибирской области [Текст]. – Новосибирск : Арта, 2008. – 528 с.
- 150 Красная книга Российской Федерации (животные) [Текст]. – Балашиха : Астрель, Агинское : АСТ, 2001. – 862 с.
- 151 Красноярский край. Енисей-ГИС. Государственная информационная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 24bpd.ru.
- 152 Крыжановский, О. Л. К вопросу о предмете зоогеографии и методах зоогеографических исследований [Текст] / О. Л. Крыжановский // Журнал общей биологии. – 1976. – Т. 37, № 5. – С. 762–768.
- 153 Курс социально-экономической статистики [Текст] / Под ред. М. Г. Назарова. – М. : Финстатинформ, 2000. – 976 с.
- 154 Ландшафты на космических изображениях в атласе «Природа и ресурсы Земли» [Текст] / А. А. Лютый, А. Г. Исаченко, В. В. Свешников и др. // Геодезия и картография. – 2002. – № 10. – С. 27–34.
- 155 Лесная промышленность Новосибирской области переживает не лучшие времена [Текст] // ЛесПромИнформ. – 2004. – № 3 (16). – С. 15.
- 156 Лесная энциклопедия [Текст] / Гл. ред. Воробьев Г. И.; редкол. : Анучин Н. А., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н. и др. – М. : Сов. энциклопедия, 1986. – 631 с.

157 Лесной кодекс Российской Федерации [Текст] : федер. закон : принят Гос. Думой 28 сент. 2001 г. : по состоянию на 08 нояб. 2015 г. – М. : Омега-Л, 2015. – 64 с.

158 Лесной план Новосибирской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dlh.nso.ru/page/429>.

159 Лисицкий, Д. В. Основные принципы цифрового картографирования местности [Текст] / Д. В. Лисицкий. – М. : Недра, 1988. – 261 с.

160 Лисицкий, Д. В. Перспективы развития картографии : от системы «Цифровая земля» к системе виртуальной геореальности [Текст] / Д. В. Лисицкий // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

161 Лютый, А. А. Проектирование систем знаков тематических карт [Текст] / А. А. Лютый, Н. Н. Казанцев, А. Н. Платэ, А. К. Суворов. – М. : ИГ АН СССР, 1986. – 240 с.

162 Лютый, А. А. Язык карты [Текст] / А. А. Лютый. – М. : Знание, 1981. – 48 с.

163 Маликов, Б. Н. Картографический метод выявления территорий, подверженных природноочаговым инфекциям [Текст] / Б. Н. Маликов. – Л., 1968. – 78 с.

164 Мартыненко, А. И. Основы ГИС : теория и практика [Текст] / А. И. Мартыненко, Ю. Л. Бугаевский, С. Н. Шибалов. – М. : Астра семь, 1995. – 100 с.

165 Методические рекомендации институтам и территориальным управлениям госкомгидромета по составлению разделов территориальных комплексных схем охраны природы по предотвращению загрязнения и деградации природной среды [Текст]. – М. : Гл. геофиз. обсерватория им. А. И. Воейкова, 1983. – 16 с.

166 Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Общие положения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902101153>.

167 Методические указания по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской

Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом зимнего маршрутного учета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohotcontrol.ru/investigation/metodiki.php?ELEMENT_ID=45&SECTION_ID=14.

168 Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух [Текст]. – СПб. : НИИ Атмосфера, 2005. – 82 с.

169 Миллер, С. А. Горизонты геоинформатики и проблемы рынка ДДЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pppinrussia.ru/main/novosti/news/closeup/3475>.

170 Миллер, С. А. Концепция российской инфраструктуры пространственных данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agiks.ru/data/konf/page8.htm>.

171 Минц, А. А. Экономическая оценка естественных ресурсов. Научно-методологические проблемы учёта географических различий эффективности использования [Текст] / А. А. Минц. – М. : Мысль, 1972. – 196 с.

172 Мир географии : География и географы. Природная среда [Текст] / Л. Г. Бондарев, В. Д. Быков, А. Г. Воронов и др. – М. : Мысль, 1984. – 365 с.

173 Михеев, В. С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири [Текст] / В. С. Михеев. – Новосибирск : Наука Сиб. отд-ние, 1987. – 207 с.

174 Моисеев, И. М. Мы сами себе запрещаем развиваться [Электронный ресурс] / И. М. Моисеев // Промышленник России. – Апрель 2012. – Режим доступа: <http://www.promros.ru/magazine/2012/apr/480.phtml>.

175 Мониторинг обычных видов птиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zmmu.msu.ru/musei/podrazdeleniya/sektor-nauchno-obshhestvennykh-proektov/monitoring-obychnykh-vidov-ptic>.

176 Мультимедийный словарь по экологии [Текст] / Д. Фаис и др. – М. : Наука, 2007. – 184 с.

177 Назаров, В. Н. Методы и изобразительные свойства в картографии [Текст] / В. Н. Назаров. – М. : Геодезиздат, 1962. – 87 с.

178 Наземное лазерное сканирование [Текст] : монография / В. А. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 261 с.

179 Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации в среде ГИС [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, С. А. Сухорукова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 91–93.

180 Национальный атлас России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://национальныйатлас.рф/cd2/402-403/402-403.html>.

181 Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 53339- 2009. Данные пространственные базовые. Общие требования [Текст]. – М. : Стандартинформ, 2009. – 8 с.

182 Николаева, О. Н. Алгоритмизация картографо-оформительских процессов при интерактивном создании картографических произведений для широкого круга пользователей [Текст] / О. Н. Николаева // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам VIII Междунар. научно-практ. конф., 30 нояб. 2015 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е.П., 2015. – № 8, ч. 1. – С. 65–69.

183 Николаева, О. Н. Биogeографические карты – средство для сохранения и рационального использования природных ресурсов [Текст] / О. Н. Николаева // Гео-Сибирь-2010 : сб. материалов VI Междунар. науч. конгр., 26–29 апр. 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2010. – Т. 1, ч. 2. – С. 57–63.

184 Николаева, О. Н. Биogeографическое картографирование: современное состояние и область применения для сохранения и рационального использования природных ресурсов [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 145–150.

185 Николаева, О. Н. Геоинформационное моделирование природно-ресурсных данных для эффективного управления природопользованием [Текст] / О. Н. Николаева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 150–155.

186 Николаева, О. Н. Интеграция ДДЗ в ГИС для оценки состояния мобильных компонентов окружающей среды [Текст] / О. Н. Николаева // Сиббезопасность-Спасиб : сб. материалов междунар. науч. конгр., 25–27 сент. 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА. – 2012. – С. 97–100.

187 Николаева, О. Н. Интегрированное картографирование разнородных природно-ресурсных пространственных данных для управления природопользованием [Текст] / О. Н. Николаева // ИнтерКарто-ИнтерГИС – 21 «Устойчивое развитие территорий : картографо-геоинформационное обеспечение» : сб. материалов Междунар. конф., 12 нояб. 2015 г., Сочи. – С. 171–174.

188 Николаева, О. Н. Инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных как средство формирования единого природно-ресурсного информационного пространства России [Текст] / О. Н. Николаева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 135–139.

189 Николаева, О. Н. Использование картографических моделей природных ресурсов на различных этапах ведения рационального природопользования [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 3 (31). – С. 79–86.

190 Николаева, О. Н. Картографический метод исследования в формировании единого природно-ресурсного информационного пространства России [Текст] /

О. Н. Николаева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2015. – № 4. – С. 109–113.

191 Николаева, О. Н. К вопросу формализации процесса создания тематических карт в ГИС-среде [Текст] / С. С. Дышлюк, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 78–85.

192 Николаева, О. Н. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации в ИСА ГИС [Текст] / С. С. Дышлюк, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева // Гео-Сибирь-2011 : сб. материалов VII Междунар. науч. конгр., 19–29 апр. 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2011. – Т. 1, ч. 2. – С. 45–49.

193 Николаева, О. Н. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации инструментальной справочно-аналитической геоинформационной системы [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 49–54.

194 Николаева, О. Н. Некоторые аспекты создания карт биоразнообразия [Текст] / О. Н. Николаева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 3. – С. 53–57.

195 Николаева, О. Н. Некоторые аспекты создания карт экологического разнообразия территории [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 75–80.

196 Николаева, О. Н. Об алгоритмизации проектирования оформления тематических картографических произведений (на примере картографических моделей природных ресурсов) [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 4 (32). – С. 61–69.

197 Николаева, О. Н. Об интеграции ДДЗ в ГИС для формализованной инвентаризации природно-ресурсных характеристик региона [Текст] / О. Н. Николаева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мо-

мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 2. – С. 39–44

198 Николаева, О. Н. Об интерактивном создании картографического обеспечения для управления природопользованием [Текст] / О. Н. Николаева // Теоретические и прикладные аспекты современной науки : сб. науч. трудов по материалам IX Междунар. научно – практ. конф., 31 марта 2015 г. / Под общ. ред. М. Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М. Г., 2015. – ч.2. – С. 10–15.

199 Николаева, О. Н. Об использовании экологических карт в создании экологической компоненты инфраструктуры пространственных данных [Текст] / С. С. Дышлюк, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева // Геодезия и картография. – 2016. – № 4. – С. 18–25.

200 Николаева, О. Н. О проектировании тематического содержания системы цифровых картографических моделей природных ресурсов региона [Текст] / О. Н. Николаева // Геодезия и картография. – 2016. – № 7. – С. 25–30.

201 Николаева, О. Н. О разработке картографического обеспечения для эффективного управления лесными ресурсами [Текст] / О. Н. Николаева // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 32–36.

202 Николаева, О. Н. О системном подходе к картографированию природных ресурсов для оптимизации природопользования региона [Текст] / О. Н. Николаева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – № 3. – С. 90–94.

203 Николаева, О. Н. О совершенствовании информационного обеспечения картографирования природных ресурсов [Текст] / О. Н. Николаева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 107–112.

204 Николаева, О. Н. О совершенствовании методологии картографирования фаунистических ресурсов [Текст] / О. Н. Николаева // ИнтерКарто –

ИнтерГИС-20 : сб. материалов междунар. научно-техн. конф., 23–24 июля 2014 г., Белгород. – Белгород : БГНИУ, 2014. – С. 423–427.

205 Николаева, О. Н. О совершенствовании методологии картографирования фаунистических ресурсов [Текст] / О. Н. Николаева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 3–8.

206 Николаева, О. Н. Применение картографических моделей природных ресурсов для системного планирования и ведения рационального природопользования [Текст] / О. Н. Николаева // Вопросы географии и геоэкологии. – 2013. – № 2. – С. 3–7.

207 Николаева, О. Н. Применение картографических моделей природных ресурсов для системного планирования и ведения рационального природопользования [Текст] / Л. А. Пластинин, О. Н. Николаева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 109–112.

208 Николаева, О. Н. Применение экологических карт для формирования экологической компоненты инфраструктуры пространственных данных [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография и кадастр. От идеи до внедрения». Санкт-Петербург, 11–13 нояб. 2015. – СПб : Политехника, 2015. – С. 310–314.

209 Николаева, О. Н. Природно-ресурсная геоинформационная модель региона как средство для повышения эффективности планирования и ведения природопользования [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 1 (33). – С. 107–113.

210 Николаева, О. Н. Пространственная интерпретация природно-ресурсных данных при разработке картографического обеспечения для управле-

ния природопользованием [Текст] / О. Н. Николаева // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 2 (34). – С. 105–110.

211 Николаева, О. Н. Роль экологической информации в формировании инфраструктуры пространственных данных муниципального уровня [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // ИнтерКарто – ИнтерГИС-20 : сб. материалов междунар. научно-техн. конф., 23–24 июля 2014 г., Белгород. – Белгород : БГНИУ, 2014. – С. 592–595.

212 Николаева, О. Н. Серия цифровых экологических карт промышленного центра как часть инфраструктуры пространственных данных [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014 : сб. материалов X междунар. науч. конгр., 8–18 апр. 2014 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2014. – Т. 2. – С. 23–26.

213 Николаева, О. Н. Серия экологических карт промышленного центра как часть инфраструктуры пространственных данных [Текст] / Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева, Ю. В. Гаврилов // Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных : сб. материалов IX-ой научной конф. по тематической картографии, 9–12 нояб. 2010 г., Иркутск. – Иркутск : Ин-т географии им. Сочавы СО РАН. – С. 232–236.

214 Николаева, О. Н. Совершенствование информационной базы региональных ГИС (РГИС) для инвентаризации и картографирования природных ресурсов [Текст] / Б. Т. Мазуров, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 130–133.

215 Николаева, О. Н. Создание системы картографических моделей для управления биологическими ресурсами Новосибирской области [Текст] / Труды XIX Международного форума по проблемам науки, техники и образования «III тысячелетие – новый мир» / Под ред. В. В. Вишневого. – М. : Академия наук о Земле, 2015. – С. 107–108.

216 Николаева, О. Н. Териофаунистическое районирование Северной Евразии [Текст] / Ю. С. Равкин, И. Н. Богомолова, О. Н. Николаева // Сибирский экологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 111–121.

217 Николаева, О. Н. Учет экологических функций литосферы при оценке территорий [Текст] / В. Б. Жарников, А. В. Ван, О. Н. Николаева // Изв. вузов Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 151–153.

218 Николаева, О. Н. Формализация процесса создания тематических карт для широкого круга пользователей [Текст] / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 10–16.

219 NOVA-BPLA : беспилотные летательные аппараты : применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nova-bpla.ru/primenenie>.

220 Об основных положениях лесного мониторинга в России [Электронный ресурс] : Постановление коллегии Рослесхоза от 21.10.93. – Режим доступа: <http://www.lawmix.ru/pprf/86798>.

221 Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10107990/>.

222 Об осуществлении государственного мониторинга земель [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 15.07.1992 № 491. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901834294>.

223 Об ответственности за нарушение порядка представления государственной статистической отчетности [Электронный ресурс] : закон РФ от 13.05.92 № 2761-1. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=34798>.

224 Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] :

закон РФ от 24. 06. 2009 № 209-ФЗ. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902167488>.

225 Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов на территории Новосибирской области (с изм. на 29 апр. 2015 года) [Электронный ресурс] : закон Новосибирской области от 06. 10. 2010 № 531-ОЗ. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5442698>.

226 Об охране окружающей природной среды [Электронный ресурс] : закон РСФСР от 19.12.1991 № 2060-1 (ред. от 10.01.2002). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901808297>.

227 Об утверждении Временного положения о порядке формирования комплексных территориальных кадастров природных ресурсов и объектов [Электронный ресурс] : приказ Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 17 августа 1995 г. № 326. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9017457>.

228 Об утверждении «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» [Электронный ресурс] : приказ Минприроды РФ от 29 декабря 1995 г. № 539. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9031855>.

229 Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды [Электронный ресурс] : приказ Рослесхоза от 5 июля 2011 г. № 287. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902289183>.

230 Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 10 апр. 2007 № 219 (с изм. на 18.04.2014 г.). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902037173>.

231 Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга земель [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 28.11.2002 № 846. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/10454>.

232 Об утверждении Положения об осуществлении государственного пожарного надзора в лесах [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ № 595 от 3 августа 2010 г. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902228828>.

233 Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ МПР РФ от 21 мая 2001 г. № 433. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/44864>.

234 Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий [Электронный ресурс] : приказ Минприроды России от 19 марта 2012 г. № 69. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/90233868>.

235 Об утверждении Порядка организации и осуществления лесопатологического мониторинга [Электронный ресурс] : приказ Рослесхоза от 9 июля 2007 г. № 174. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/ministry/011>.

236 Об утверждении Правил осуществления контроля за достоверностью сведений о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ № 687 от 18 августа 2011 г. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12188917/>.

237 Об утверждении Правил по охране территории области от карантинных вредителей, болезней растений и сорняков и ответственности за их нарушение [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Новосибирской области от 28 мая 93 г. № 283-р. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5408995>.

238 Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством и окружающей природной средой [Электронный ресурс] : приказ Росстата от 17 сентября 2010 № 319 (ред. от 29.08.2014, с изм. от 16.09.2015). – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=172197;fld=134;from=112162-5;rnd=0.47114706645086046>.

239 Об утверждении форм государственной статистической отчетности по геологоразведочным работам и использованию полезных ископаемых [Электронный ресурс] : Постановление Госкомстата РФ от 14.07.1992 № 92. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901713455>.

240 Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления (утв. Постановлением Госстандарта России от 31.07.1995 № 413) (ред. от 26.05.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=189926;from=94410-8;rnd=184768.7138094180263579;;ts=018476811591335502453148>.

241 О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам полномочий федеральных органов исполнительной власти в сфере охраны и использования объектов животного мира [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 27 января 2010 г. № 31. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902194974>.

242 Огуреева, Г. Н. Картографирование биоразнообразия [Текст] / Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова // География и мониторинг биоразнообразия. – М. : Изд-во НУМЦ, 2002. – С. 371–410.

243 О деятельности Росгидромета в 2013 году и приоритетных задачах на 2014 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/special/press/releases/6958/>.

244 О животном мире [Текст] : федер. закон от 24 апр. 1995 г. № 52-ФЗ (ред. от 21.11.2011) (с изм. на 13 июня 2015) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2015. – № 17. – Ст.1462.

245 Окулова, Н. М. Природная очаговость клещевого энцефалита [Текст] / Н. М. Окулова. – М. : Изд-во Ин-та полиомиелита и вирусных энцефалитов АМН СССР, 1972. – 279 с.

246 О недрах [Электронный ресурс] : закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 13.07.2015). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/.

247 О порядке ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 19 октября 1996 г. № 1249. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12051/.

248 О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира [Текст] : Постановление Правительства РФ от 10 ноября 1996 г. № 1342 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996 г. – № 47. – Ст. 5335.

249 О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира [Электронный ресурс] : приказ Госкомэкологии РФ от 14 декабря 1996 г. № 521. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/58844186>.

250 О порядке выполнения функции официального статистического учета территориальными управлениями Росрыболовства [Электронный ресурс] : приказ Федерального агентства по рыболовству от 9 апреля 2013 г. № 254. – Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/35469838/40903452/>.

251 О применении экологических карт для экологической компоненты инфраструктуры пространственных данных муниципального уровня [Текст] / Б. Т. Мазуров, С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 230–235.

252 Опыт дешифрирования космических материалов для создания карт природоохранной тематики [Текст] / Е. А. Востокова, С. В. Концов, Т. С. Козлова и др. // Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. – М. : Наука, 1982. – С.105–118.

253 О развитии федеральных государственных учреждений – территориальных фондов информации по природным ресурсам и охране окружающей среды МПР России» и Расширенного семинара «О применении данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса в целях природопользования и охраны ок-

ружающей среды [Электронный ресурс] : рекомендации Всероссийского совещания. – Режим доступа: <http://www.tfdivfo.ru/new/n8.htm>.

254 Основные итоги и направления развития государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru/perepis/2010/vcc/Laikam.doc.

255 Основы лесного хозяйства и таксация леса [Текст] / А. Н. Мартынов и др. – СПб. : Лань, 2008. – 372 с.

256 Особенности современного состояния Тарского очага клещевого энцефалита на юге Западной Сибири [Текст] / И. И. Богданов и др. // Природа, природопользование и природоустройство Омского Прииртышья : материалы III обл. научно-практ. конф. – Омск, 2001. – С. 64–66.

257 ОСТ 68-14-99. Виды и процессы геодезической и картографической производственной деятельности. Термины и определения [Текст]. – М. : ЦНИИГАиК, 2000. – 44 с.

258 Острошенко, В. В. Краткий словарь основных лесоводственно-экономических терминов [Текст] / В. В. Острошенко. – Уссурийск : ПГСХА, 2005. – 159 с.

259 Отдел ведения государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых (ОГКМ). Общая характеристика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rfgf.ru/2-3.htm>.

260 Официальный сайт компании Алкор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alcor.kz>.

261 Официальный сайт компании «Совзонд». Лазерное сканирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sovzond.ru/services/laser-scanning/>.

262 Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Официальная статистика. Окружающая среда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

263 Оценка состояния лесов на территории Усть-Илимского эталонного полигона по результатам полевого и аэровизуального обследования в 2009 г.

[Текст] / А. В. Коптев, Е. Г. Мандреева, О. А. Паженцева, Б. Н. Олзоев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012 : VIII Междунар. науч. конгр. и выставка, 10–20 апр. 2012 г. Новосибирск. Международная научная конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов. – Новосибирск, 2012. – Т. 2. – С. 90–96.

264 Панкеева, Н. С. Планировочная организация и территориальное развитие Ангаро-Ленских районов нефтегазового освоения [Текст] / Н. С. Панкеева, А. Д. Абалаков, С. А. Седых // Региональная политика России в современных социально-экономических условиях : географические аспекты : материалы IX науч. совещ. по приклад. географии. Иркутск, 21–23 апр. 2009 г. – Иркутск. – 2009. – С. 152–154.

265 Панченко, Е. М. Экологический каркас как природоохранная система региона [Текст] / Е. М. Панченко, А. Г. Дюкарев // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 340. – С. 216–221.

266 Перечень объектов местности и элементов содержания топографических карт и планов, запрещенных для открытого опубликования [Текст]. – М. : Федеральная служба геодезии и картографии России, 2006. – 8 с.

267 Петин, А. Н. Аэрокосмический мониторинг состояния геологической среды железнорудных месторождений КМА: особенности структуры, строения и функционирования [Текст] / А. Н. Петин // Научные ведомости БелГУ. Сер.: Естественные науки. – 2009. – № 11. – С. 133–139.

268 Письменная, Е. В. Актуальность организации комплексного территориального кадастра [Текст] / Е. В. Письменная, А. А. Татаринцева. – Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов : 2-я Всероссийская научно-техническая интернет-конференция // Под общей редакцией. – Тула : ТулГУ, 2012. – С. 76–82.

269 Пластинин, Л. А. Картографическое моделирование и морфодинамический анализ зоны влияния каскада ангарских водохранилищ [Текст] / Л. А. Пластинин, В. П. Ступин // Интерэкспо ГеоСибирь. – 2014. – Т. 4 – С.13–21.

270 Пластинин, Л. А. Картографо-космический мониторинг антропогенных ландшафтов Прибайкалья [Текст] / Л. А. Пластинин, В. П. Ступин, Н. В. Котельникова // ГЕО-Сибирь-2005 : сб. материалов науч. конгр., 25–29 апр. 2005 г., Новосибирск. – Новосибирск. – 2005. – Т. 5. – С.81–86.

271 Пластинин, Л. А. Методологические и методические основы экологического прогноза воздействия ангарского водохранилища на природную среду [Текст] / Л. А. Пластинин, В. П. Ступин, А. В. Коптев // Интерэкспо ГеоСибирь. – 2010. – Т. 3. – С.168–172.

272 Пластинин, Л. А. Региональное экологическое картографирование Сибири (на примере Прибайкалья и Забайкалья) [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.24.03 / Пластинин Леонид Александрович. – Новосибирск, 2000. – 46 с.

273 Подробнее об ArcGIS. База геоданных. Типы данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.esri-cis.ru/concept_arkgisa/geodatabase/data_storage.php.

274 Пожарный сервис Иркутского центра приема оперативной информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eostation.irk.ru/data/fires.html>.

275 Полежаев, А. Н. ГИС для мониторинга биоразнообразия и состояния биоресурсов [Электронный ресурс] / А. Н. Полежаев // Режим доступа: <http://library.ikz.ru/georg-steller/materialy-iv-mezhdunarodnoi-nauchno-prakticheskoi/polezhaev-a.-n.-gis-dlya-monitoringa>.

276 Положение о ведении государственного водного реестра (утв. Постановлением Правительства РФ от 28 апр. 2007 г. № 253) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12153226/>.

277 Положение о лесном мониторинге. Письмо Федеральной службы лесного хозяйства РФ от 29 нояб. 1995 г. № МГ-1-17-6/287 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_35821.html.

278 Положение о лесопатологическом мониторинге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901742572>.

279 Положение о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации от 21.05.2001 г. № 433 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/264975>.

280 Положение о функциональной подсистеме мониторинга состояния недр единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/462798>.

281 Пономарев, Д. В. Ресурсный потенциал соболя в Сосьвинском Приобье [Текст] / Д. В. Пономарев, А. Р. Батуев // География и природ. ресурсы. – 2008. – № 4. – С. 79–84.

282 Попов, В. Д. Государственная информационная политика : состояние и проблемы формирования. Массовые информационные процессы в современной России : Очерки [Текст] / В. Д. Попов. – М. : Изд-во РАГС, 2002. – С. 22–28.

283 Портал Минприроды и экологии РФ по оперативному выявлению возгораний на ООПТ федерального значения России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fires.rfimnr.ru/api/index.html>.

284 Последствия нефтяных разливов в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.scanex.ru/ru/news/News_Preview.asp?id=n5414115.

285 Потравный, И. М. Анализ влияния крупномасштабных проектов в сфере природопользования : экологические и социальные аспекты [Текст] / И. М. Потравный, Т. Ю. Калаврий, А. С. Ларин // Эко. – 2013. – № 11. – С. 145–158.

286 Приложение к Приказу Минсельхоза России от 26 декабря 2007 № 673 «Перечень карантинных объектов (вредителей растений, возбудителей болезней растений и растений (сорняков))» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fsvps.ru/fsvps/laws/238.html#2>.

287 Приступа, А. А. Основные сырьевые растения и их использование [Текст] / А. А. Приступа. – Л. : Наука, 1973. – 412 с.

288 Промышленность в России 2012 [Текст] / Под ред. А. Кевиша. – М. : Росстат, 2012. – 448 с.

289 Пространственно-типологическая дифференциация экосистем Западно-Сибирской равнины. Сообщение III Наземные беспозвоночные [Текст] / М. Г. Сергеев, Б. Р. Стриганова, В. Г. Мордкович, В. В. Молодцов, И. Н. Богомолова, О. Н. Николаева // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 4. – С. 467–474.

290 Пространственные данные. Наборы региональных пространственных данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sovzond.ru/products/spatial-data/regional-spatial-datasets/>.

291 Прохоров, Б. Б. Медицинская география и экология человека в Сибири и на Дальнем Востоке [Текст] / Б. Б. Прохоров, С. В. Рященко, А. Б. Косолапов. – Иркутск : Изд-во ин-та географии, 2002. – 139 с.

292 Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/>.

293 Пузаченко, М. Ю. ГИС-технологии в мониторинге биоразнообразия лесов [Электронный ресурс] / М. Ю. Пузаченко // ArcReview. – 2006. – № 4 (39). – Режим доступа: http://www.dataplus.ru/arcrev/Number_39/9_bio.html.

294 Равкин, Ю. С. Опыт картографирования населения животных [Текст] / Ю. С. Равкин // Известия АН. Сер. Географ., 2004. – № 1. – С. 88–97.

295 Равкин, Ю. С. Пространственно-типологическая организация животного населения (подведение итогов) [Текст] / Ю. С. Равкин // Сибирский экологический журнал. – 2012. – Т. 19. – № 1. – С. 3–25.

296 Равкин, Ю. С. Факторная зоогеография : принципы, методы и теоретические представления [Текст] / Ю. С. Равкин, С. Г. Ливанов. – Новосибирск : Наука, 2008. – 205 с.

297 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2010. – 127 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201362050.

298 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2010. – 136 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201361848.

299 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2011. – 115 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201362567.

300 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (промежуточ.) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2011. – 99 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201362568.

301 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (промежуточный) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2012. – 129 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201361701.

302 Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы [Текст] : отчет о НИР (итоговый) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА. – 2012. – 106 с. – № ГР 01201058189. – Инв.№ 02201361702.

303 Разработка комплексной ГИС в составе автоматизированной системы поддержки принятия решений по управлению природными ресурсами и охраной окружающей среды Республики Башкортостан / С. В. Павлов и др. // ArcReview. – 2011. – № 2 (57) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=4864&SECTION_ID=193&print=Y.

304 Разработка научно-методических основ картографирования природно-очаговых инфекций (на примере клещевого энцефалита Новосибирской области [Текст] / СГГА; Руководитель Б. Н. Маликов. – № ГР 01970002264; Инв. № 03200203920. – Новосибирск : СГГА. – 2002.

305 Районирование Северной Евразии по фауне наземных позвоночных и классификация их по сходству распространения [Текст] / Ю. С. Равкин, И. Н. Богомолова, Т. К. Железнова, О. Н. Николаева // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 163–181.

306 Распространение алтайского горного барана (*Ovis ammon ammon*) на Алтае в связи с особенностями растительного покрова [Текст] / Б. Д. Абатуров, П. С. Анчиферов, Г. Н. Огуреева и др. // Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83, № 2. – С. 241–251.

307 Реймерс, Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник [Текст] / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 639 с.

308 Розин, В. М. Визуальная культура и восприятие : Как человек видит и понимает мир [Текст] / В. М. Розин. – М. : Либроком, 2009. – 272 с.

309 Роль экологических карт в формировании инфраструктуры пространственных данных муниципального уровня [Текст] / Л. А. Пластинин, С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 101–104.

310 Росстат улучшает свое представительство в сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.integration.ibs.ru/content/rus/225/2253-article.asp>.

311 Салищев, К. А. Картоведение [Текст] : учебник / К. А. Салищев. – 3-е изд. – М. : МГУ, 1990. – 400 с.

312 Салищев, К. А. Проектирование и составление карт. 2-е издание [Текст] / К. А. Салищев. – М. : МГУ, 1987. – 240 с.

313 Самара-информспутник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.geosamara.ru>.

314 СанПиН 2.2.1/2.1.1 1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base1.gostedu.ru/52/52471/>.

315 Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/ekonomika_otrasli/statistika_analitika/f407-0_01-09_2015.pdf.

316 Седельников, В. П. Пространственно-типологическая дифференциация экосистем Западно-Сибирской равнины. Сообщение I Растительный покров [Текст] / В. П. Седельников и др. // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 3. – С. 311–323.

317 Сельскохозяйственное картографирование [Текст] : учеб. пособие для землеустроит. ин-тов и фак. / Сост. В. И. Сухов. – М. : Колос, 1970. – 304 с.

318 Семиколонов, А. А. Экологические основы сохранения биоразнообразия лесов Сочинского национального парка [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.16 / Семиколонов Андрей Алексеевич. – Воронеж, 2004. – 21 с.

319 Сеннов, С. Н. Лесоведение и лесоводство [Текст] : учебник / С. Н. Сеннов. – СПб. : Лань, 2011. – 329 с.

320 Серебрянная, О. Л. Обработка на лету и динамическое составление мозаик растровых изображений в ArcGIS : новое решение традиционных задач [Текст] / О. Л. Серебрянная, К. С. Глебова [Электронный ресурс] ArcGIS. – 2011. – № 4 (59). – Режим доступа: http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=4872&SECTION_ID=194.

321 Середович, А. В. Построение цифровых топографических планов объектов нефтедобычи с применением наземного лазерного сканирования [Текст] / А. В. Середович // ГЕО-Сибирь-2006. : сб. материалов науч. конгр., 24–28 апр. 2006 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2006. – Т.1, ч.2. – С. 145–149.

322 Середович, А. В. Применение трехмерного лазерного сканирования для определения деформаций вертикальных резервуаров [Текст] / А. В. Середович, А. В. Иванов // Лазерное сканирование и цифровая аэросъемка. Сегодня и завтра : тез. докл. V Междунар. конф. и выставки. – М. : Типография компании XportMedia, 2005. – С. 43–46.

323 Система спутникового мониторинга рыболовства. Современное состояние и перспективы развития [Текст] / Составители : К. А. Згуровский, В. В. Приземлин, С. Ю. Фомин – М. ; Мурманск : WWF России, 2008. – 80 с.

324 Системы лазерного сканирования – МЕК31 08200 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agr.ru>.

325 Скатерщиков, С. В. Опыт применения космической информации для целей охраны природы и рационального использования природных ресурсов [Текст] / С. В. Скатерщиков // Геодезия и картография, 1976. – № 4. – С. 39–44.

326 Словарь ботанических терминов [Текст] / Под ред. И. А. Дудки. – Киев : Наукова Думка, 1984. – 308 с.

327 Состояние и перспективы использования космической информации в картографии [Текст] / Е. П. Аржанов, Л. К. Затонский, Л. И. Злобин, Ю. Г. Кельнер // Вопросы методики аэрокосмических съемок местности. – М. : МФГО, 1979. – С. 3–11.

328 Справочник стандартных и употребляемых терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным [Текст] / В. Н. Александров, М. А. Базина, И. Г. Журкин и др. – М. : Братишка, 2007. – 736 с.

329 Справочник технического переводчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intent.gigatran.com>.

330 Стенограмма оперативного совещания Федерального агентства лесного хозяйства и подведомственных организаций (22 мая 2012 года, 16 :00) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/media/stenogramm/15>.

331 Ступин, В. П. Картографический метод при исследовании морфосистем Байкальского рифта [Текст] / В. П. Ступин // Интерэкспо Гео-Сибирь – 2005. – Новосибирск, 2005. – Т. 5. – С. 86–90.

332 Стурман, В. И. Типы природопользования и их количественная характеристика (на примере Удмуртии) [Текст] / В. И. Стурман // Географический вестник. – 2009. – № 3 (11). – С. 48–53.

333 Стурман, В. И. Экологическое картографирование [Текст] : учеб. пособие / В. И. Стурман. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

334 Субботина, Е. В. Формирование нового взгляда на проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды / Е. В. Субботина, В. П. Самарина // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1, ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000149.

335 Сущенко, В. А. Природо-ресурсные системы мониторинга и кадастры. Проблемы организационно-технологической реализации и вопросы взаимодействия / В. А. Сущенко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/6584.html>.

336 Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP [Текст] / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

337 Технология воздушного лазерного сканирования (LIDAR) для целей таксации леса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecogeoproject.com/o-kompanii/publikatsii/lazernoe-skanirovanie/44-lesnaya-otrasl>.

338 Тикунов, В. С. Картографирование для высшей школы на современном этапе развития научно-справочного картографирования России и мира [Текст] / В. С. Тикунов, М. Н. Губанов, Л. Л. Карпович. // Интер Карто 20 Устойчивое развитие территорий : картографо-геоинформационное обеспечение : материалы междунар. конф. – Белгород, 2014. – С. 553–562.

339 Трубина, Л. К. Цифровые фотограмметрические технологии в информационном обеспечении экосистем [Текст] / Л. К. Трубина, В. П. Пяткин,

Л. К. Зяткова // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 49–52.

340 Тулохонов, А. К. Органическое сельское хозяйство в Байкальском регионе : факторы развития, история и современность [Текст] / А. К. Тулохонов, Л. Г. Намжилова, Т. А. Болданов // Научное обозрение. – 2016. – № 5. – С. 21–26.

341 Федеральная служба государственной статистики. Методологические положения по статистике (выпуск 1,2,3,4,5) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/free/B99_10/IssWWW.exe/Stg/d000/i000280r.htm.

342 Фисенко, В. Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений : учебное пособие [Текст] / В. Т. Фисенко, Т. Ю. Фисенко. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

343 Хван, Т. А. Основы экологии [Текст] / Т. А. Хван, П. А. Хван. – Ростов-н/Д : Феникс, 2003. – 256 с.

344 Химический состав вод и почв на приграничной территории России и территории России и Монголии (в районе горнообогатительных производств) [Текст] / В. М. Плюснин и др. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2. – С.178–179.

345 Хмелёв, В. А. Пространственно-типологическая дифференциация экосистем Западно-Сибирской равнины. Сообщение II. Подземная фитомасса, мортмасса и гумус почв [Текст] / В. А. Хмелёв и др. // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 3. – С. 325–330.

346 Цветков, В. Я. Геоинформационные системы и технологии [Текст] / В. Я. Цветков. – М. : Финансы и статистика, 1998. – 288 с.

347 Цыбикова, Е. Б. Технологии ГИС и ДЗЗ во благо рационального природопользования [Текст] / Е. Б. Цыбикова // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. – 2012. – № 12. – С. 46–49.

348 Экономическая и социальная география России : география отраслей народного хозяйства России [Текст] : учебник / Ред. В. Л. Бабурин, М. П. Ратанова. – М. : Либроком, 2013 – 516 с.

349 Экономическая статистика [Текст] : учебник / Ред. Ю. Н. Иванов. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 480 с.

350 Эпизоотическая напряженность и эпидемическая опасность очагов клещевого энцефалита и боррелиоза [Текст] / Ю. С. Равкин, В. М. Бахвалова, Н. Н. Ливанова, В. В. Панов, И. Н. Богомоллова, В. В. Сапегина, О. Н. Николаева // Динамика экосистем Новосибирского Академгородка. – Новосибирск : Изд-во СО РАН. – 2013. – С. 345–357.

351 Юдкин, В. А. Опыт математико-картографического моделирования распределения птиц [Текст] / В. А. Юдкин // Вычислительные технологии. – 2007. – № 2. – С. 154–168.

352 Юдкин, В. А. Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии [Текст] / В. А. Юдкин. – Новосибирск : Наука, 2009. – 416 с.

353 Яковлева, А. В. Экономическая статистика [Текст] : учебное пособие / А. В. Яковлева. – М. : ИЦ РИОР, 2013. – 95 с.

354 Яндекс. Карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maps.yandex.ru/>.

355 Abdullah S. A., Nakagoshi N. Landscape Ecological Approach In Oil Palm Land Use Planning And Management For Forest Conservation In Malaysia // Landscape Ecological Applications in Man-Influenced Areas. – 2007. – P. 179–191.

356 Atoche A. C., Shkvarko Y., Torres Roman D., Meana H. P. Convex regularization-based hardware/software co-design for real-time enhancement of remote sensing imagery // Journal of Real-Time Image Processing. – 2009. – Vol. 4. – Is. 3. – P. 261–272.

357 Bing Maps [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microsoft.com/maps/>.

358 Boisot, M. H. Information Space : A framework for learning in organizations, institutions and culture. Routledge : London, 1995. – 550 p.

359 Brovelli M. A., Zamboni G., Arias Muñoz C. From paper maps to the Digital Earth and the Internet of Places. Geodesy and Geomatics to the edge. – 2015. – Vol. 26. – Is. 1. – P. 97–103.

360 Bulychev A.A., Dzhamalov R.G., Sidorov R.V. Use of data of satellite system for gravity recovery and climate experiment (GRACE) for studying and assessment of hydrological-geohydrological characteristics of large river basins/ *Vodnye Resursy*, 2012, Vol. 39, No. 5, P. 476–484.

361 Burkholde E. F. The 3-D Global Spatial Data Model : Foundation of the Spatial Data Infrastructure. – CRC Press. – 2008. – 392 p.

362 Campbell C.S., Egbert E.L. Animated Cartography : 30 Years of Scratching the Surface. *Cartographica*. – 1990. – № 27(2). – P. 24–43.

363 Cartwright W., Peterson M P., Gartner G. F. Multimedia Cartography Springer Science & Business Media, Jan 1, 1999 – Technology & Engineering – 343 p.

364 Cherry B. G. D., Adelana M., Cheng X., Reid M. Using three-dimensional geological mapping methods to inform sustainable groundwater development in a volcanic landscape, Victoria, Australia. *Hydrogeology Journal*. – 2011. – Vol. 19. – Is. 7. – P. 1349–1365.

365 Convention on Biological Diversity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbd.int/>.

366 Fadlilmawla A. A., Fayad M., El-Gamily H., Rashid T., Mukhopadhyay A., Kotwicki V. A. Land Surface Zoning Approach Based on Three-Component Risk Criteria for Groundwater Quality Protection / *Water Resour Manage*. – 2011. – Vol. 25. – P. 1677–1697.

367 Feinman A., Oexner J., Das S. K. Using Formalized Concept Maps To Model Role-Based Workflows // *Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. – San José, Costa Rica. – 2006. – P. 3–9.

368 Fisher P., Unwin D. *Virtual Reality in Geography*. London and New York : Taylor & Francis, 2002. – 404 p.

369 Goodchild M. NeoGeography and the nature of geographic expertise/ *Journal of Location Based Services*. – 2009. – Vol. 3. – Is. 2. – P. 82–96.

370 Google Планета Земля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.google.com/intl/ru/earth/>.

371 Griffith J. A. The role of landscape pattern analysis in understanding concepts of land cover change / *Journal of Geographical Sciences*. – 2004. – Vol. 14. – Is. 1. – P. 3–17.

372 Griffon S., Nespoulous A., Cheylan J.-P., Marty P., Auclair D. Virtual reality for cultural landscape visualization – *Virtual Reality*. – November 2011. – Vol. 15. – Is. 4. – P. 279–294.

373 Haklay M., Singleton A., Parker C. Web Mapping 2.0 : The Neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*. – 2008. – Vol. 2. – P. 2011–2039.

374 Jacobson R. Virtual Worlds Capture Spatial Reality. – *GIS World*. – 1994. – Vol. 7. – Is. 12. – P. 36–39.

375 Khem S., Goto A., Mizutani M. Determination of the potential land for securing double-rice cropping in the Cambodian Mekong Delta, based on a sub-area based modeling of flood inundation / *Paddy and Water Environment*. – 2008. – Vol. 6. – Is. 3. – P. 285–298.

376 Kim M.-K., John J. Daigle Detecting vegetation cover change on the summit of Cadillac Mountain using multi-temporal remote sensing datasets : 1979, 2001, and 2007 / *Environmental Monitoring and Assessment*, September 2011, Vol. 180. – Is. 1. – P 63–75.

377 Larsson, T.-B. *Ecological Bulletins*, 50, *Biodiversity Evaluation Tools for European Forests*. Wiley-Blackwell, 2001. – 240 p.

378 Larsson, T.-B. What is biodiversity? United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biodiversitya-z.org/content/biodiversity>.

379 MacEachern A. M., Kraak M.-J., Verbree E. Cartographic Issues in the Design and Application of Geospatial Virtual Environments // 19th Int. Cartogr. Conf. ICA, Ottawa, 1999 : Proc, v . 1 . Ottawa, 1999. – P. 657–665.

380 MacEachren A. M., Taylor D. R. F. Visualization in Modern Cartography. *Modern Cartography Series (book 2)*. – Pergamon. – 1994. – 368 p.

381 Map Semiotics Around the World : Proceedings of a Seminar of the Working Group on Map Semiotics (Dresden, Germany, June 20-21, 1997) // International Cartographic Association. – 1999. – 179 p.

382 Maxwell A. M .Geoelectromagnetic Exploration For Natural Resources : Models, Case Studies And Challenges / Surveys in Geophysics, March 2002. – Vol. 23. – Is. 2. – P. 133–206.

383 Miller G. A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two : Some Limits on our Capacity for Processing Information / The Psychological Review. – 1956. – Vol. 63. – P. 81–97.

384 de Moraes M. C., Martins Junior P. P., Paradella W. R. Multi-scale approach using remote sensing images to characterize the iron deposit N1 influence areas in Carajás Mineral Province (Brazilian Amazon) / Environmental Earth Sciences. – August 2012. – Vol. 66. – Is. 7. – P. 2085–2096.

385 Muñoz G. Exploring for Geothermal Resources with Electromagnetic Methods / Surveys in Geophysics. – January 2014, Volume 35, Issue 1, P. 101–122.

386 Needham J. Science and Civilisation in China. Volume 3 : Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth. Cambridge University Press, 1959. – 877 p.

387 New.Kosmosnimki.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://search.kosmosnimki.ru/>.

388 Nikolaeva, O. N. Spatial-Typological Differentiation of Ecosystems of the West Siberian Plain. Communication III : Terrestrial Invertebrates/ V. P. Sedel'nikov, Yu. S. Ravkin, A. A. Titlyanova, I. N. Bogomolova, O. N. Nikolaeva // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Vol. 4. – Is. 4. – P. 347–354.

389 Nikolaeva, O. N. The System of Natural Resources Map-Models for the Environment Sustainability / O. N. Nikolaeva // Science, Technology and Higher Education [Text] : materials of the international research and practice conference, Westwood, October 16th–18th, 2013 / publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada – 2013. – Vol.1. – P. 98–102.

390 Nikolaeva, O. N. The Theriofaunistic Zoning of Northern Eurasia / Yu. S. Ravkin, I. N. Bogomolova, O. N. Nikolaeva // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2013. – Vol. 6. – No. 1. – P. 85–93.

391 Nikolaeva, O. N. Zoning Northern Eurasia Based on the Fauna of Terrestrial Vertebrates and Their Classification by Similarity of Distribution / Yu. S. Ravkin, I. N. Bogomolova, T. K. Zheleznova, O. N. Nikolaeva // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2014. – Vol. 7. – No. 2. – P. 137–150.

392 Ouzzani M., Bouguettaya, A. *Semantic Web Services for Web Databases*. Springer Science+Business media LLC 2011. – 254 p.

393 Palacios M. P., Mendoza-Grimón V., Quiñonero R., Rivero M., Morant T. Virtual realities in animal production and natural resources utilisation research and education / *Animal production and natural resources utilisation in the Mediterranean mountain areas* EAAP publication No. 115, 2005. – Ioannina, Greece. – P. 462–465.

394 Pettit C., Cartwright W., Bishop I., Lowell K., Pullar D., Duncan D. *Landscape Analysis and Visualisation : Spatial Models for Natural Resource Management and Planning* / Springer Berlin Heidelberg, 2008. – 614 p.

395 Piikki K., Wetterlind J., Söderström M., Stenberg B. Three-dimensional digital soil mapping of agricultural fields by integration of multiple proximal sensor data obtained from different sensing methods. *Precision Agriculture*. – 2015. – Vol. 16. – Is.1. – P. 29–45.

396 Rafaeli, S. *Interactivity : From new media to communication* // *Sage Annual Review of Communication Research : Advancing Communication Science : Merging Mass and Interpersonal Processes*. – 1988. – Vol. 16. – P. 110–134.

397 Sedel'nikov V. P., Ravkin Yu. S., Titlyanova A. A., Bogomolov I. N., and Nikolaeva O. N. Spatial-Typological Differentiation of Ecosystems of the West Siberian Plain. *Communication I : Plant Cover* // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2011. – Vol. 4. – No. 3. – P. 229–240.

398 Selvam Farooq S., Dar A., Magesh N. S., Singaraja C., Venkatramanan S., Chung S. Y. Application of remote sensing and GIS for delineating groundwater re-

charge potential zones of Kovilpatti Municipality, Tamil Nadu using IF technique // *Earth Science Informatics*. – 2015. – Vol. 10. – P. 1–14.

399 Schek H.-J., Shuldt H., Schuler Ch., Weber R. Infrastructure for information spaces / Y. Manolopoulos and P. Navrat (Eds). *Advances in databases and Information systems*. – 6th East European Conference, ADBIS 2002, Bratislava, Slovakia, September 2002. *Proseedings*.-Springer-Verlag Derlin Heidelberg, 2002. – P. 23–36.

400 Shi J. C., Du Y., Du J.-Y., Jiang L.-M., Cha L.N., Mao K.-B., Xu P., Ni W. J., Xiong C. Progresses on microwave remote sensing of land surface parameters / *Science China Earth Sciences*. – July 2012. – Vol. 55. – Is. 7. – P. 1052–1078.

401 Sidiropoulos G., Pappas V., Vasilakos A. Virtual reality : The non-temporal cartographic animation and the urban (large) scale projects. – *Soft Computing*. – May 2005. – Vol. 9. – Is. 5. – P. 355–363.

402 Sivin N. *Science in Ancient China : Researches and Reflections*. Brookfield, Vermont : VARIORUM, Ashgate Publishing, 1995. – 320 p.

403 Slocum T. A. *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall. – 2005. – 518 p.

404 Stalmans M., Balkwill K., Witkowski E. T., Rogers K. H. A landscape ecological approach to address scaling problems in conservation management and monitoring // *Environ Manage*. – 2001. – Vol.28. – Is. 3. – P. 389–401.

405 Taylor D. R. F., Lauriault T. *Developments in the Theory and Practice of Cybercartography*. – Amsterdam : Elsevier. – 2008. – 394 p.

406 Taylor D. R. F. *Cybercartography : Theory and Practice*. – Amsterdam : Elsevier Science. – 2005. – 594 p.

407 Temple R. *The Genius of China : 3,000 Years of Science, Discovery, and Invention*. New York : Simon and Schuster, Inc., 1991. – 256 p.

408 *The History of Cartography*. Vol. 1-3. University of Chicago Press, 1987–2007.

409 Tomlin D. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1990. – 249 p.

410 Trubina L. K., Khlebnikova T. A., Nikolaeva O. N. Methods of Urban Territories' Environmental Assessment Using Geospatial Data Integration. *Journal of Asian Scientific Research*. – 2015. – № 5 (10). – PP. 482–488.

411 Turner A. *Introduction to Neogeography*. – O'Reilly Media. – 2006. – 54 p.

412 Virdhagriswaran S., Webb M., Mallatt J. *Shared Information Space : An Interactive, Collaborative System Enablement Perspective* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/Collaboration/Workshop/Proceedings/P5.html>.

413 Whittaker, R. H. Evolution and measurement of species diversity. – *Taxon*, 1972. – Vol. 21. – P. 213–251.

414 Withrow J. *Site Diagrams : Mapping an Information Space* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://boxesandarrows.com/site-diagrams-mapping-an-information-space/>.

415 Yahoo! Maps [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://search.yahoo.com/search/?p=maps>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Таблица А.1 – Перечень показателей картографирования, формирующих базу тематических данных региональных ЦКМЛР Новосибирской области

Показатели картографирования	Единицы измерения
<i>1 смысловая группа «Состояние лесного фонда»</i>	
<i>НПРД «Общие характеристики лесного фонда области»</i>	
Общий запас древесины по административным районам	млн. м ³
Площадь, покрытая лесной растительностью по административным районам	тыс. га
Запас спелых и перестойных лесов по административным районам	млн. м ³
Лесистость территории по административным районам	%
Доля эксплуатационных лесов по административным районам	%
Прирост общего запаса древесины за последние 5 лет по административным районам	%
Прирост площади, покрытой лесной растительностью за последние 5 лет по административным районам	%
Прирост запаса спелых и перестойных лесов за последние 5 лет по административным районам	%
Общая площадь лесничеств	тыс. га
Общая площадь лесничеств, занятая лесами	тыс. га
Площадь защитных лесов в пределах лесничества	тыс. га
Площадь эксплуатируемых лесов в пределах лесничества	тыс. га
Площадь резервных лесов в пределах лесничества	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика хвойных лесонасаждений»</i>	
Общая площадь, занятая хвойными лесонасаждениями	тыс. га
Площадь, занятая хвойными молодняками	тыс. га
Площадь, занятая хвойными средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая хвойными приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая хвойными спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая хвойными перестойными насаждениями	тыс. га
Прирост площадей, покрытых хвойной растительностью за последние 5 лет	%
Общая площадь, занятая эксплуатационными хвойными лесами	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными хвойными молодняками	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными хвойными средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными хвойными приспевающими насаждениями	тыс. га

Продолжение таблицы А.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Площадь, занятая эксплуатационными хвойными спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными хвойными перестойными насаждениями	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика лиственных лесонасаждений»</i>	
Общая площадь, занятая лиственными лесонасаждениями	тыс. га
Площадь, занятая лиственными молодняками	тыс. га
Площадь, занятая лиственными средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая лиственными приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая лиственными спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая лиственными перестойными насаждениями	тыс. га
Прирост площадей, покрытых лиственной растительностью за последние 5 лет	%
Общая площадь, занятая эксплуатационными лиственными лесами	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными лиственными молодняками	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными лиственными средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными лиственными приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая эксплуатационными лиственными перестойными насаждениями	тыс. га
<i>2 смысловая группа «Использование лесных ресурсов»</i>	
<i>НПРД «Эксплуатация древесных ресурсов»</i>	
Расчетная лесосека	млн. м ³
Фактическая заготовка	млн. м ³
Объем рубок ухода	тыс. м ³
Объем рубок поврежденных и погибших насаждений	тыс. м ³
Объем прочих рубок	тыс. м ³
Объем лесозаготовки	тыс. м ³
Общий объем лесопереработки	тыс. м ³
Производство пиломатериалов	тыс. м ³
Производство фанеры	тыс. м ²
Производство древесных пиловых материалов	тыс. м ³
Производство мебели	тыс. руб.
Производство столярно-корпусных изделий	тыс. руб.
Производство бумаги и картона	тыс. м ²
Количество существующих мест отдыха	шт.
Количество проектируемых мест отдыха	шт.
Протяженность лесных туристических маршрутов федерального и регионального значения	км
<i>НПРД «Эксплуатация древесных ресурсов арендаторами»</i>	
Площадь арендованного участка	га
Эксплуатационный запас арендованного участка	тыс. м ³
Установленный ежегодный объем заготовки на арендованном участке	тыс. м ³

Окончание таблицы А.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Фактический объем лесозаготовки на арендованном участке	тыс. м ³
<i>НПРД «Транспортная инфраструктура лесов»</i>	
Общая протяженность дорог	км
Плотность дорог	1 000 км/га лесничества
Протяженность автомобильных дорог	км
Протяженность дорог с твердым покрытием	км
Протяженность грунтовых дорог	км
Протяженность зимников	км
Протяженность планируемых дорог	км
Реконструкция дорог	км
<i>3 смысловая группа «Охрана и восстановление лесов»</i>	
<i>НПРД «Характеристика охранных зон»</i>	
Площадь водоохранных лесов	га
Площадь лесов государственных заказников	га
Площадь лесопарковых зон	га
Площадь лесов 1-й и 2-й зон санитарной охраны	га
Площадь защитных лесополос вдоль автомобильных и железных дорог федерального назначения	га
Площадь лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов	га
Площадь ценных лесов	га
Площадь кедровников и кедросадов	га
<i>НПРД «Лесопатологические мероприятия»</i>	
Площадь проведения профилактических мероприятий по защите леса от болезней и насекомых-вредителей	тыс. га
<i>НПРД «Лесопожарные мероприятия»</i>	
Площадь космического противопожарного мониторинга лесов	га
Площадь авиационного противопожарного мониторинга лесов	га
Площадь наземного противопожарного мониторинга лесов	га
Площадь наземной охраны лесов от пожаров	тыс. га
Существующее количество пожарно-химических станций	шт.
Перспективное количество пожарно-химических станций	шт.
Существующий уход за противопожарными барьерами	км
Перспективный уход за противопожарными барьерами	км
<i>НПРД «Лесовосстановительные мероприятия»</i>	
Выращивание посадочного материала	тыс. шт.
Посадка лесных культур	га
Уход за молодняком	га
Выращивание посадочного материала на арендуемых участках	тыс. шт.
Посадка лесных культур на арендуемых участках	га
Уход за молодняком на арендуемых участках	га

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТОПИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Таблица Б.1 – Перечень показателей картографирования, формирующих базу тематических данных топических ЦКМЛР Новосибирской области

Показатели картографирования	Единицы измерения
<i>1 смысловая группа «Общая характеристика лесничества»</i>	
<i>НПРД «Общие характеристики лесного фонда»</i>	
Общая площадь, занятая лесами	тыс. га
Площадь защитных лесов	тыс. га
Площадь эксплуатируемых лесов	тыс. га
Площадь резервных лесов	тыс. га
Доля различных пород леса	%
Лесистость	%
Общий запас древесины	млн. м ³
Прирост общего запаса древесины	%
Площадь, занятая болотами	тыс. га
Площадь, занятая вырубками	тыс. га
Площадь, занятая гарями и погибшими лесонасаждениями	тыс. га
Площадь, занятая прогалинами	га
<i>НПРД «Характеристика хвойной растительности»</i>	
Доля хвойных пород леса	%
Запас древесины хвойных пород	млн. м ³
<i>НПРД «Характеристика лиственной растительности»</i>	
Доля лиственных пород леса	%
Запас лиственных хвойных пород	млн. м ³
<i>2 смысловая группа «Характеристика породного состава лесонасаждений»</i>	
<i>НПРД «Характеристика сосновых лесонасаждений»</i>	
Высота лесонасаждений	м
Площадь, занятая молодняками	тыс. га
Площадь, занятая средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая перестойными насаждениями	тыс. га
Площадь несомкнутых культур	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика кедровых лесонасаждений»</i>	
Высота лесонасаждений	м
Площадь, занятая молодняками	тыс. га

Продолжение таблицы Б.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Площадь, занятая средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая перестойными насаждениями	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика еловых лесонасаждений»</i>	
Высота лесонасаждений	м
Площадь, занятая молодняками	тыс. га
Площадь, занятая средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая перестойными насаждениями	тыс. га
Площадь несомкнутых культур	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика березовых лесонасаждений»</i>	
Высота лесонасаждений	м
Площадь, занятая молодняками	тыс. га
Площадь, занятая средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая перестойными насаждениями	тыс. га
<i>НПРД «Характеристика прочих лиственных лесонасаждений (осина, ольха, ива, липа)»</i>	
Высота лесонасаждений	м
Площадь, занятая молодняками	тыс. га
Площадь, занятая средневозрастными насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая приспевающими насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая спелыми и переспелыми насаждениями	тыс. га
Площадь, занятая перестойными насаждениями	тыс. га
<i>3 смысловая группа «Использование лесных ресурсов»</i>	
<i>НПРД «Эксплуатация древесных ресурсов»</i>	
Расчетная лесосека	млн. м ³
Фактическая заготовка	млн. м ³
Общий объем заготовки древесины	тыс. м ³
Общий заготовки древесины в спелых и перестойных лесах	тыс. м ³
Объем рубок ухода	тыс. м ³
Объем рубок поврежденных и погибших насаждений	тыс. м ³
Объем прочих рубок	тыс. м ³
Планируемый объем заготовки древесины защитных лесонасаждений	тыс. м ³
Планируемый объем заготовки древесины эксплуатируемых лесонасаждений	тыс. м ³
<i>НПРД «Эксплуатация древесных ресурсов арендаторами»</i>	
Площадь арендованного участка	га
Эксплуатационный запас арендованного участка	тыс. м ³
Установленный ежегодный объем заготовки на арендованном участке	тыс. м ³
Фактический объем лесозаготовки на арендованном участке	тыс. м ³

Продолжение таблицы Б.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
<i>НПРД «Эксплуатация недревесных ресурсов»</i>	
Площадь лесонасаждений, используемых для заготовки живицы	га
Объем заготовки живицы	т
Заготовка бересты	т
Заготовка елей для новогодних праздников	тыс. шт.
Заготовка пневого осмола	скл. м ³
Заготовка сосновых, пихтовых и еловых лап	т
Заготовка хвороста	м ³
Возможный ежегодный объем заготовки пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений	т
Фактический ежегодный объем заготовки пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений	т
Площадь, занятая сенокосами	га
Площадь, занятая пастбищами, выгонами, лугами	га
Площадь, занятая пашней	га
Количество пасек	шт.
<i>НПРД «Транспортная инфраструктура лесов»</i>	
Строительство лесных дорог круглогодичного действия	км
Реконструкция лесных дорог	км
Строительство и реконструкция объектов ЕГСК	шт.
<i>4 смысловая группа «Восстановление лесных ресурсов»</i>	
<i>НПРД «Характеристики охранных зон»</i>	
Площадь водоохранных лесов	га
Площадь прочих защитных лесов	га
<i>НПРД «Лесопатологические мероприятия»</i>	
Профилактические биотехнические мероприятия	га
Лесопатологическое обследование и таксация	га
<i>НПРД «Лесопожарные мероприятия»</i>	
Существующее количество пожарных наблюдательных вышек	шт.
Существующее количество пожарных наблюдательных вышек	шт.
Существующее количество пожарно-химических станций	шт.
Перспективное количество пожарно-химических станций	шт.
Существующий уход за противопожарными барьерами	км
Перспективный уход за противопожарными барьерами	км
Строительство дорог противопожарного назначения	км
Строительство водоемов противопожарного назначения	км
Контролируемые выжигания сухих горючих материалов	га
<i>НПРД «Лесовосстановительные мероприятия»</i>	
Выращивание посадочного материала	тыс. шт.
Посадка лесных культур	га
Уход за молодняком	га
Выращивание посадочного материала на арендуемых участках	тыс. шт.
Посадка лесных культур на арендуемых участках	га

Окончание таблицы Б.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Уход за молодняком на арендуемых участках	га
Отбор и содержание плюсовых деревьев	шт.
Отбор и содержание плюсовых насаждений	га
Содержание и создание испытательных культур плюсовых деревьев	га
Содержание и создание географических культур	га
Содержание и создание популяционно-экологических культур	га
Содержание и выделение лесных генетических резерватов	га
Создание и содержание маточных плантаций	га

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ И ТОПИЧЕСКИХ
ЦИФРОВЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФАУНИСТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Таблица В.1 – Перечень показателей картографирования, формирующих базу тематических данных региональных и топических ЦКМФР Новосибирской области

Показатели картографирования	Единицы измерения
<i>1 смысловая группа «Среда обитания животных ресурсов»</i>	
<i>НПРД «Ландшафтное деление территории»</i>	
Природно-ландшафтные зоны региона	
Ландшафты региона	
<i>НПРД «Категории среды обитания охотничьих ресурсов по районам Новосибирской области»</i>	
Площадь лесов	га
Площадь молодняков и кустарников	га
Площадь болот	га
Площадь лугово-степных комплексов	га
Площадь пойменных комплексов	га
Площадь береговых комплексов	га
Площадь водных объектов	га
Площадь сельскохозяйственных земель	га
Площадь земель, непригодных для ведения охотничьего хозяйства	га
<i>2 смысловая группа «Численность животного населения»</i>	
<i>НПРД «Численность охотничье-промысловых видов»</i>	
Численность охотничьих животных по годам (2002–2014)	тыс. особей
Содержание охотничьих животных в полувольных условиях и искусственно созданной среде обитания	особей
<i>НПРД «Охраняемые виды млекопитающих»</i>	
Ареалы регулярного обитания и размножения охраняемых видов млекопитающих	
Ареалы спорадического обитания и размножения охраняемых видов млекопитающих	
Ареалы неоднократных встреч охраняемых видов млекопитающих в зимний период	
Ареалы неоднократных встреч охраняемых видов млекопитающих в летний период	

Продолжение таблицы В.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Ареалы неоднократных встреч охраняемых видов млекопитающих в период сезонных миграций	
Места отдельных встреч размножающихся особей их групп	
Места отдельных встреч охраняемых видов млекопитающих в зимний период	
Места отдельных встреч охраняемых видов млекопитающих в летний период	
Места отдельных встреч охраняемых видов млекопитающих в период сезонных миграций	
Места интродукции охраняемых видов млекопитающих	
<i>НПРД «Охраняемые виды птиц»</i>	
Ареалы гнездования охраняемых видов птиц	
Ареалы гнездования охраняемых видов птиц в годы высокой численности	
Ареалы регулярного обитания и размножения охраняемых видов птиц	
Ареалы спорадического обитания и размножения охраняемых видов птиц	
Ареалы неоднократных встреч охраняемых видов птиц в летний период	
Ареалы неоднократных встреч охраняемых видов птиц в период сезонных миграций	
Места отдельных встреч размножающихся особей их групп	
Места отдельных встреч охраняемых видов птиц в зимний период	
Места отдельных встреч охраняемых видов птиц в летний период	
Места отдельных встреч охраняемых видов птиц в период сезонных миграций	
Места залетов охраняемых видов птиц	
<i>НПРД «Охраняемые виды рыб»</i>	
Ареалы расселения охраняемых видов рыб	
<i>НПРД «Охраняемые виды рептилий»</i>	
Ареалы регулярного обитания и размножения охраняемых видов рептилий	
<i>НПРД «Охраняемые виды насекомых»</i>	
Ареалы регулярного обитания и размножения охраняемых видов насекомых	
Ареалы спорадического обитания и размножения охраняемых видов насекомых	
Места отдельных встреч размножающихся особей их групп	
<i>НПРД «Насекомые-вредители сельского хозяйства»</i>	
Обследованная площадь сельскохозяйственных культур	тыс. га
Заселенная вредителем площадь сельскохозяйственных культур	тыс. га
Средневзвешенное количество личинок	лич./м ²
Средневзвешенное количество взрослых особей	особей /м ²
<i>НПРД «Насекомые-вредители лесного хозяйства»</i>	
Количество учтенных вредителей на единице учета	шт.

Продолжение таблицы В.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Фаза развития очага	
Количество очагов в лесничестве (2002–2014 гг.).	шт.
Количество ликвидированных очагов	шт.
Количество очагов, требующих ликвидации	шт.
Количество очагов, затухших от естественных факторов	шт.
<i>НПРД «Насекомые-переносчики природноочаговых инфекций»</i>	
Очаги насекомых-переносчиков природноочаговых инфекций	
<i>3 смысловая группа</i>	
<i>«Использование и восстановление охотничье-промысловых ресурсов»</i>	
<i>НПРД «Физико-географические параметры охотоугодий Новосибирской области»</i>	
Имеющаяся площадь общедоступных охотничьих угодий	тыс. га
Площадь общедоступных охотничьих угодий, необходимая до достижения нормативного показателя в 20 % от площади административного района	тыс. га
Фактическая легальная добыча охотничьих животных по годам (2002–2014)	особей
Расчетная хозяйственно целесообразная численность охотничьих животных	особей
Площадь планируемых охотоугодий	тыс. га
Количество планируемых охотоугодий	шт.
Площадь биологических заказников	тыс. га
Площадь планируемых зон охраны охотничьих ресурсов	тыс. га
Количество охотников, входящих в Новосибирское общество охотников и рыболовов	чел.
Общая пропускная способность охотоугодий	чел./дней
Пропускная способность охотоугодий в различные сезоны охоты	чел./дней
Площадь угодий, пригодных для обитания охотничьих животных	га
Средневзвешенный показатель качества угодий, пригодных для обитания охотничьих животных	
<i>НПРД «Финансовые показатели охотоугодий»</i>	
Суммарный годовой размер сборов за пользование объектами животного мира	тыс. руб.
Сумма членских взносов	тыс. руб.
Сумма прочих источников финансирования охотхозяйства	тыс. руб.
Затраты на мероприятия по созданию охотничьей инфраструктуры	тыс. руб.
Затраты на мероприятия по сохранению охотничьих ресурсов и среды их обитания	тыс. руб.
Выручка от реализации продуктов охоты и оказанных услуг	тыс. руб.
<i>НПРД «Штатный состав сотрудников охотоугодий»</i>	
Количество охотоведов	чел.
Количество штатных охотников	чел.

Окончание таблицы В.1

Показатели картографирования	Единицы измерения
Количество штатных егерей	чел.
<i>НПРД</i> <i>«Проведение биотехнических мероприятий в охотоугодьях Новосибирской области»</i>	
Устройство кормовых полей	шт.
Устройство кормушек	шт.
Устройство подкормочных площадок	шт.
Устройство солонцов/выложено соли	шт./кг
Устройство галечников/выложено гравия	шт./га
Устройство порхалищ	шт.
Устройство искусственных гнезд	шт.
Заготовка сена	т
Заготовка соли	т