



РОССИЙСКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО



ЭКОЛОГИЯ РОССИИ

ИТОГИ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Выпуск 2
Экологическая картография

Москва 1997



РОССИЙСКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО (РЭФИА) является официальным агентом по массовому распространению экологической информации, в том числе в виде карт экологического содержания.

КАРТА "Состояние окружающей природной среды Российской Федерации"

Масштаб: 1:8 000 000

Карта создана в графическом (на бумаге) и цифровом (компьютерном) видах в июне 1996 г. и является первой картой, характеризующей экологическое состояние территории России.

На карте показаны:

экологический каркас территории (заповедники и национальные природные парки, объекты Всемирного наследия и особо ценные территории с индивидуальным охранным статусом, граница защитной полосы притундровых лесов и леса);

экологическая ситуация (благоприятная, умеренно острыя, острыя и очень острыя). Острота экологической ситуации определена по степени выраженности и последствиям экологических проблем, связанных с ухудшением условий проживания и здоровья человека, изменением природно-ресурсного потенциала территории, нарушением ценных природных ландшафтов;

современные экологические изменения поверхностных вод суши;

распространение загрязнений (радиоактивное загрязнение территории ^{137}Cs более 1 Ки/км², загрязненные участки морей, города с наибольшим уровнем загрязнения воздуха и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ более 10 ПДК);

источники повышенной экологической опасности (действующие АЭС, места проведения подземных ядерных взрывов, ядерные полигоны, места хранения, переработки, затопления радиоактивных отходов, базы атомного флота, месторождения урана и предприятия по его первичной переработке).

Карта рассчитана на широкий круг пользователей: органы управления государственной власти (Правительство Российской Федерации, Аппарат Президента Российской Федерации, Федеральное Собрание, министерства и др.), специалистов, сфера интересов которых – экология и охрана окружающей природной среды, различные общественные и государственные организации экологической направленности и др.

Данная карта предлагается пользователю в качестве базовой. Планируется периодически обновлять ее содержание и поддерживать на уровне актуальности. Кроме того, на ее основе будут создаваться новые карты: состояния лесов, загрязнения почв, обеспеченности питьевой водой, радиоактивного загрязнения и др.

**РОССИЙСКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО
(РЭФИА)**

**ЭКОЛОГИЯ РОССИИ
ИТОГИ НАУКИ И ПРАКТИКИ**

Выпуск 2

**С.В. ЧИСТОВ, И.В. ФЛОРИНСКИЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ**

**Издательство РЭФИА
Москва – 1997**

Экология России: Итоги науки и практики. Вып 2. Чистов С.В., Флоринский И.В. Экологическая картография. М.: РЭФИА, 1997. – 134 с.

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ОБЗОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ:

В.Г. Горлов, А.В. Комаров, Г.А. Назарова, А.Ф. Порядин, Е.М. Пушкина, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин (редактор серии).

Во втором выпуске информационно-аналитического обзора рассмотрены основные результаты работ в рамках Государственной программы "Экологическая безопасность России" (1993–1995 гг.) в части, касающейся экологического картографирования, и перспективы использования цифровых моделей рельефа в экологическом картографировании.

Ответственные редакторы выпуска: проф., д.г.н. В.Т. Жуков, проф., д.б.н. Н.Г. Рыбальский

**Издание профинансирано Географическим отделением
Экоцентра МГУ им. М.В. Ломоносова**

© РЭФИА, 1997

© С.В. Чистов, И.В. Флоринский, 1997

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Экологическое картографирование. Основные понятия и характерные особенности.....	7
2. Экологические требования к картографическим материалам.....	10
3. Информационная обеспеченность экологического картографирования.....	12
3.1. Классификация объектов локализации информации для экологического картографирования	12
3.2. Организация системы информационного обеспечения экологического картографирования.....	20
4. Основные направления эколого-географических исследований	23
4.1. Констатационное направление.....	23
4.2. Оценочное направление	27
4.3. Прогнозное направление.....	30
4.4. Рекомендательное направление.....	32
5. Унифицированные требования к составу и содержанию экологических карт.....	35
6. Качество земель. Комплексная экологическая оценка факторов экологического воздействия, риска и опасности	39
7. Картографирование территории России по степени геодинамически обусловленного экологического риска	46
8. Комплексное экологическое картографирование.....	49
8.1. Комплексная экологическая карта России масштаба 1:2 500 000.....	54
8.2. Серия эколого-тематических карт России.....	55
8.3. Серия эколого-тематических карт Арктики.....	60
8.4. Структура и содержание комплекта карт природных радионуклидов России масштаба 1:2 500 000.....	61

8.5. Комплексное ландшафтно-экологическое картографирование территорий на разных уровнях с использованием аэрокосмиче- ских материалов	63
9. Комплексный экологический атлас России.....	70
9.1. Вводный раздел.....	72
9.2. Условия формирования экологической обстановки. Антропогенные воздействия и изменения природной среды.....	74
9.3. Экологическое состояние природной среды и демоэкологическая обстановка	80
10. Единая государственная система банков топографо-геодезической и экологической информации	100
11. Инвентаризационная региональная картографическая база данных по использованию и состоянию земель	104
12. Перспективы использования цифровых моделей рельефа в экологическом картографировании	106
12.1. Цифровые модели рельефа (ЦМР). Общие сведения	106
12. 2. Использование ЦМР при прогнозе изменения водно-солевого режима и загрязнения территории в результате орошения	110
12.2.1. Объект исследования.....	110
12.2.2. Исходные данные и методы	114
12.2.3. Результаты и обсуждение	119
Заключение	121
Литература.....	123
Приложение 1. Список научно-исследовательских организаций и учебных заведений – исполнителей работ по созданию макета Экологического атласа Арктики	132
Приложение 2. Список научно-исследовательских организаций и учебных заведений – исполнителей работ по созданию Экологического атласа России	133

ВВЕДЕНИЕ

Анализ тенденций социально-экономического развития последних лет свидетельствует о настоятельной необходимости включения экологических вопросов в процесс принятия решений о хозяйственной и иной деятельности в различных регионах России. Сложившаяся за многие годы хозяйственная специализация отдельных регионов, их своеобразие, уникальность природы и ресурсов определили сегодня большой спектр сочетаний экологических условий. На повестку дня встали задачи исследования особенностей экологических условий регионов Российской Федерации с целью разработки конкретных мероприятий по снижению экологического риска от ряда факторов, повышению экологической безопасности, разработки системы мер по оздоровлению обстановки и т.д.

Как правило, одним из результатов работ, связанных с анализом пространственно-распределенных данных, является карта. Карта как образно-графическая модель позволяет емко и наглядно отображать распределение и взаимосвязь между рассматриваемыми объектами, явлениями и процессами. С другой стороны, карта часто является необходимым, а порой – незаменимым инструментом как для исследования, так и для принятия управленческих решений. Поэтому достаточно очевидно значение карт при проведении экологических работ. Закономерно постепенное оформление экологического картографирования в самостоятельное направление тематической картографии – наряду с геологическим, почвенным, геоботаническим и пр.

Авторы настоящей работы не ставили целью проведение аналитического обзора всех существующих разработок в области экологического картографирования и карт экологической направленности территории бывшего СССР и России. Во-первых, в последнее время опубликовано несколько сводных работ по этой тематике (Стурман, 1995; Оценка качества..., 1995) и нет смысла повторяться. Во-вторых, нельзя "объять необъятное" – существуют сотни изданных и рукописных карт, так или иначе связанных с природоохранной деятельностью (Экологические и природоохранные карты..., 1993; Комедчиков, Лютий, 1995).

Нами рассмотрены в основном две темы практически не затронутые в работах других авторов. Это итоги выполнения Государственной про-

граммы "Экологическая безопасность России" (1993 –1995 гг.) в части, касающейся экологического картографирования, и перспективы использования цифровых моделей рельефа (ЦМР) в экологическом картографировании.

Экологическое картографирование в программе "Экологическая безопасность России" занимало особое место (Государственная программа..., 1996), интегрируя достижения отдельных отраслей научных знаний применительно к пространственным особенностям взаимодействия общества с природной средой. Относительная молодость данного направления тематического картографирования явилась причиной включения в перечень исследований Программы разработки теоретических и методических принципов, единых требований и нормативов создания подобных карт применительно к различным уровням проблемы – от России в целом до отдельных ее регионов.

ЦМР уже около 40 лет весьма успешно используются в ландшафтных исследованиях различного типа. Тем не менее, при проведении природоохранных мероприятий, в частности при экологическом картографировании, ЦМР широкого применения до сих пор не нашли. При этом отсутствуют какие-либо принципиальные теоретические или технические причины, мешающие внедрению ЦМР и методов их анализа в практику природоохранных работ. Поэтому представляется целесообразным обратить внимание специалистов на экологический потенциал аналитической топографии.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Прежде чем рассматривать вопросы понятийного характера, непосредственно связанные с экологическим картографированием, необходимо кратко остановиться на некоторых представлениях об экологии в разных ее аспектах.

В классическом, чисто биологическом аспекте экология рассматривается как наука об отношениях организмов со средой их обитания. Подчеркивается обязательное наличие двух подсистем: организм и среда. Организм – синоним понятия "вид живого" (Реймерс, 1990), любая форма жизни, обладающая хотя бы частичной способностью к автономному существованию в своей среде обитания (Красилов, 1992). Среда – это то, что окружает организм, природные тела и явления, с которыми организм находится в каких-либо отношениях. Это предполагает воздействия двустороннего характера и соответствующие им исследования закономерностей, особенностей взаимоотношений организмов между собой и с абиотическими составными элементами среды.

В дальнейшем в качестве самостоятельного направления экологии определилась наука о закономерностях развития и динамики экосистем различного иерархического ранга. Понятие "экосистемы" обязательно содержит указание на некое территориально единое целое, существующее на основе взаимодействия организмов со средой. Резкое сокращение видов растительного и животного мира в последние десятилетия послужило предпосылкой для становления экологии как науки о среде обитания организмов (в том числе и человека), ее состоянии и выявлении причин происходящих изменений.

В последние десятилетия термин "экология" у большинства людей связывается с изменениями природной среды под действием антропогенных факторов (энергетики, промышленности, транспорта, сельского хозяйства и т.д.). Особенно при возникновении аварийных ситуаций, приводящих к весьма существенным отклонениям в свойствах природной среды, важных для безопасной жизнедеятельности человека. Как правило, подразумеваются именно отрицательные последствия таких воздействий, приводящие к деградации компонентов природы, их загрязнениям или

изменениям особенностей функционирования. Подобные проблемы стали наиболее ощутимы по причине наблюдаемых сейчас весьма значительных и нередко имеющих необратимый характер изменений в компонентах природной среды.

Поэтому признание экологического фактора в качестве существенного, сильно влияющего на состояние и развитие природной среды, хозяйства и жизни людей, определило развитие экологии в более широком плане как науки о системе взаимоотношений человека как вида и общества с природной средой (Реймерс, 1990)

В частном плане получили распространение такие отраслевые направления как промышленная экология, экология человека и т.д. Таким образом, определилось несколько основных разделов экологии, для которых характерны исследования:

- особенностей отношений организмов со средой их обитания;
- воздействия общества на природную среду и последствия этого воздействия (как для общества, так и для природы);
- современного состояния, а также динамики состояний природной среды в целом или отдельных ее компонентов по параметрам, важным для организмов;
- негативных тенденций в развитии организмов (в том числе для человека – показатели заболеваемости, продолжительности жизни и т.д.).

Отмеченные разделы, конечно, не исчерпывают всего многообразия экологических исследований. Экологические проблемы в современных условиях настолько актуальны и значимы для человечества, что в их решении стали использоваться методы различных научных дисциплин, привлекаться множество проектных организаций, в том числе и специализированных, стали создаваться отраслевые подразделения для решения задач природоохранной направленности. Различные направления географической науки вскрывают общие закономерности и конкретные территориальные особенности пространственной и временной изменчивости (по исследуемой территории) каких-либо природных и социально-экономических явлений и процессов, а также отношения в системе "природа – общество". Экологическими в них можно считать только те,

которые в качестве обязательного элемента прямо или косвенно включают организмы вообще или человека в частности. В соответствии с этим наметились биоцентрические (биосистемные) и антропоцентрические (антропосистемные) экологические исследования.

Результаты экологических взаимодействий могут иметь негативные последствия для организмов (снижение продолжительности жизни людей или развитие специфических заболеваний в районах с неблагополучными экологическими условиями; сокращение ареалов или исчезновение видов растительного покрова или животных и т.д.) и отражаться в ухудшающихся свойствах природной среды (загрязнения различных геосфер, развитие или активизация стихийных и разрушительных природных процессов под влиянием антропогенных факторов, формирование проблемных экологических ситуаций).

Среди далеко неполного перечня литературных источников следует отметить последние обобщающие работы (Стурман, 1995; Оценка качества..., 1995), в которых излагаются основные представления об исследованиях эколого-географической направленности и приводятся отдельные их примеры. В них, в частности, отмечается, что еще нет единых представлений об отличительных чертах содержания карт экологического характера. Многие специалисты считают экологическими ранее составленные общенаучные карты по отдельных сюжетам (рельеф, растительность, почвы и т. д.) или карты ландшафтов, так как они уже содержат сведения о состоянии природной среды в целом или ее отдельных компонентов.

По нашему мнению, экологическое картографирование призвано в первую очередь фиксировать с помощью различных изобразительных средств особенности развития по территории результатов взаимодействия организмов с природной средой по всей сложной последовательной цепи: "воздействия – нарушения – последствия". Не вдаваясь в детали и не рассматривая полемику среди ученых и специалистов (достаточно обратиться к списку литературы), отметим, что такое представление, по мнению авторов, наиболее точно отражает своеобразие именно экологических карт в ряду других тематических карт.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАРТОГРАФИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ

При создании карт экологической тематики необходимо учитывать:

- цели, назначение и характер использования карт, иерархический уровень и тематику запросов потребителей;
- специфику решаемых задач экологического содержания, их сложность, комплексность, научную или прикладную направленность и практическую значимость;
- вид и характер источников исходной экологической информации, включая общегеографические и тематические карты, аэрокосмические материалы, данные стационарных, маршрутных, площадных наземных наблюдений, сетей экологического мониторинга и кадастра;
- пространственные и временные рамки картографирования, охват региональных или локальных явлений и процессов, их рассмотрение в одном временном срезе или во временной динамике;
- уровни агрегирования информации, диктующие использование на картах определенных видов и наборов показателей, создание карт аналитического, комплексного или синтетического типа;
- территориальную детальность и содержательную глубину картографического анализа и синтеза, определяющих использование карт определенных масштабов;
- методику создания карт, включая разработку традиционных рукописных, издаваемых полиграфическим способом или электронных (компьютерных) карт и атласов.

При проектировании карт должны быть учтены, а при их составлении отражены:

- общий уровень экологического состояния природных комплексов и связанную с этим заболеваемость населения;
- природно-ресурсный потенциал картографируемой территории, виды и интенсивность его современного использования;

- размещение по территории объектов хозяйственной и иной деятельности, влияющих на природную среду и человека;
- оценка ущерба природной среде и здоровью населения, наносимого различными видами хозяйственной деятельности;
- факторы, лимитирующие дальнейшее развитие конкретных видов хозяйственной деятельности, определяемые существующими нормативами по показателям качества природной среды и здоровья населения;
- эколого-экономические приоритеты, определяющие дальнейшее социально-экономическое развитие области;
- система рекомендаций, направленных на стабилизацию и улучшение экологической обстановки в местах размещения объектов хозяйственной и иной деятельности.

3. ИНФОРМАЦИОННАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

3.1. Классификация объектов локализации информации для экологического картографирования

Учитывая различную степень информационной обеспеченности данными по экологическому состоянию территории, следует различать три основных типа объектов пространственной "привязки" (локализации) информации для экологического картографирования:

- административно-территориальный;
- геосистемный;
- мониторинговый.

Административно-территориальный тип определяет различный набор картографируемых показателей и разный уровень их проработки. Исследования на федеральном уровне хорошо знакомы по материалам годовых докладов о состоянии природной среды (напр., Государственный доклад..., 1995). В них в качестве главного источника информации, служащей основой для экологического картографирования страны в целом, используется отчетность по субъектам Российской Федерации.

В границах субъектов Федерации выделяются следующие административно-территориальные единицы:

- административные районы;
- города и другие населенные пункты областного и районного подчинения;
- сельскохозяйственные, лесохозяйственные, промышленные и другие предприятия.

По административным районам имеются обзорные статистические материалы, отражающие ресурсы поверхностных вод, использование земель, загрязнение атмосферы и других природных компонентов и т.д. Эти материалы регулярно подготавливаются соответствующими службами: гидрометеорологической, экологической, сельскохозяйственной, лесохозяйственной и др. По населенным пунктам также имеются сводные стати-

стические материалы, регулярно подготавливаемые гидрометеорологическими, экологическими, санитарно-эпидемиологическими, водохозяйственными и другими службами для крупных населенных пунктов и промышленных центров.

Геосистемный тип включает:

- ландшафты как комплексные природные образования, испытывающие определенные антропогенные воздействия;
- водосборные бассейны разного уровня, в границах которых происходит накопление и перераспределение загрязняющих веществ;
- компоненты природной среды (атмосфера, поверхностные воды, почвы и грунты, растительный и животный мир), рассматриваемые как своего рода подсистемы;
- техногенные территориальные образования разного вида и иерархического уровня.

По объектам геосистемного типа, как правило, отсутствуют регулярно подготавливаемые статистические и другие информационные материалы, что требует постановки и проведения специальных исследований при реализации задач экологического картографирования.

Мониторинговый тип включает различные территориальные объекты, по которым ведутся экологические измерения:

- конкретные точки (пункты) земной поверхности;
- линии (маршруты) обследований;
- площади съемок.

Мониторинг осуществляется:

- постоянно действующими стационарными станциями и пунктами сети слежения и контроля состояния окружающей среды;
- наземными и авиакосмическими мобильными средствами регулярного, периодического или разового сбора экологической информации.

Действующая система экологических обследований и измерений создает неодинаковую степень информационного обеспечения, которая во многом определяет тематику, содержание и масштабы создаваемых эколо-

тических карт. Источником информации для экологического картографирования служит система основных материалов (табл. 1), наиболее доступная для потребителей и позволяющая в современных условиях достаточно оперативно создавать серии экологических карт. Информационная обеспеченность картографических работ включает характеристику всех исходных показателей и материалов, которые можно использовать при проектировании и составлении карт экологической тематики (Чистов, 1990). Исходная информация, привлекаемая для целей экологического картографирования, весьма неоднородна для различных территорий, а также отображаемых объектов и аспектов их экологической характеристики.

Таблица 1

Основные источники информации для создания экологических карт на уровне субъектов Российской Федерации

Типы объектов локализации информации	Используемые источники информации
<i>Административно - территориальный:</i> Районы Города и другие поселения областного подчинения Лесо-, водо-, сельскохозяйственные объекты	Государственные и ведомственные статистические формы отчетности и обзоры земельных, лесных, водных и других ресурсов, состояния загрязнения компонентов окружающей среды областного и федерального уровней Отраслевые статистические формы отчетности и обзоры состояния лесо-, водо-, сельскохозяйственных объектов
<i>Геосистемный:</i> Бассейны рек Ландшафты Компоненты ландшафтов Техногенные объекты	Материалы экологических обследований наземными и дистанционными методами, имеющиеся картографические источники, ТЭО и другие предпроектные документы
<i>Мониторинговый:</i> Станции (посты) наблюдений Линии (маршруты) обследований Площади обследований	Бюллетени и справочники о состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод и др. Материалы экологических обследований наземными и дистанционными методами

В общем виде классификация источников экологической информации представлена в табл. 2. Каждый отмеченный тип информации в свою очередь может иметь еще более дробные подразделения. В дальнейшем остановимся только на наиболее значимых и широко используемых при составлении экологических карт материалах: картографических, статистических и аэрокосмических (Разработать систему..., 1995).

Таблица 2

Классификация источников экологической информации

Критерии классификации экологической информации	Тип экологической информации
Характер источника информации	Картографическая Аэрокосмическая Статистическая Описательная
Период временного охвата	Долгосрочная (десять и более лет) Среднесрочная (5–10 лет) Текущая (годовая) Сезонная (часть года) Оперативная Экстремальная
Объект "привязки" информации	Административно-территориальная Природно-территориальная (геосистемная) Покомпонентная (внутри геосистем) Сетевая (мониторинговая)
Степень покрытия по территории	Непрерывная (континуальная) Прерывистая (дискретная)
Характер объектов "привязки" информации	Точечная Линейная Площадная
Вид представления информации	Количественная Качественная Балльная (ранжированная)

Уровень рассмотрения (исследования) по территориальному охвату	Глобальная (Земля в целом) Трансграничная (Россия с сопредельными территориями) Федеральная Региональная (субъекты Федерации) Местная (локальная)
Уровень рассмотрения по иерархии субъектов	Биосферная (мегаэкологическая) Ландшафтная (ландшафтно-экологическая) Экосистемная (синэкологическая) Популяционная (демэкологическая) Видовая (аутэкологическая)
Группы организмов (субъекты оценки)	Флористическая Фаунистическая Антропосистемная
Вид воздействия на организмы	Физические параметры Химические параметры Биологические параметры

Статистическая информация. По всей территории России соблюдаются общие принципы и единая методика получения статистических данных с утвержденными программами, сроками работ, проводимых различными учреждениями и ведомствами под руководством Роскомстата. В пределах всей страны существует автоматизированная система сбора, хранения, обработки и распространения статистической информации на базе современных ЭВМ, составляющих техническую основу автоматизированной системы государственной статистики, которая может служить, в частности, для экологического картографирования. Большое значение имеют статистические материалы, получаемые при режимных наблюдениях на объектах сети гидрометеорологической службы, а также на специализированных стационарах, включая заповедники.

Так, например, для получения исходной информации по расчетам параметров загрязнения атмосферы широко используются статистические справочники по климату, выпускаемые Росгидрометом и контролю природной среды. С целью координации работ по сбору, обработке и хране-

нию данных об океанах и морях создана объединенная глобальная система океанических станций (ОГСОС). В настоящее время эта информация группируется в центре океанографических данных ВНИИГМИ МЦД, где она обрабатывается, контролируется и накапливается.

Картографические источники информации обладают существенными достоинствами – четкой пространственной локализацией объектов, классификацией или рубрикацией отображаемых показателей, использованием не только качественных, но и количественных характеристик. Неоценимыми документами для изучения динамики природной среды под влиянием естественных процессов и хозяйственной деятельности являются старые карты и планы, составленные на основе съемок. Сопоставляя старые карты с современными, а также с аэро- и космическими снимками, мы можем находить и анализировать изменения географических объектов и явлений за длительный (50, 100, 150 лет) период времени.

Аэрокосмическая информация. К настоящему времени накоплен огромный фонд материалов аэро- и космической съемки разного масштаба, территориального охвата и вида. Они представляют собой важнейший источник информации при эколого-географических исследованиях и картографировании. Основной заказчик и потребитель этой информации – Роскартография, ее аэрогеодезические предприятия и Госцентр "Природа", использующие материалы аэрофото- и космической съемки для топографического картографирования страны. Кроме того, созданы специальные структуры: ГНПП "Аэрогеология", МПР России, ВНИЦ, Лесресурс Рослесхоза, Российский институт мониторинга земель и экосистем Роскомзема, которые осуществляют обеспечение дистанционной информацией картографов и других специалистов.

Космическая система изучения природных ресурсов Земли и контроля окружающей среды (ИПРЗ и КОС) включает в качестве основных элементов:

- пилотируемые космические орбитальные станции типа "Салют";
- автоматические космические аппараты типа "Метеор" и "Космос";
- пункты приема и межтраслевой обработки информации;
- два центра получения, первичной обработки и распространения космической информации: ГНПП "Природа" Роскартографии для

работы с фотографической информацией долговременного использования и НПО "Планета" Росгидромета для работы с оперативной сканерной информацией.

Фотографические снимки, получаемые с пилотируемых кораблей, орбитальных станций, автоматических спутников, отличаются высоким качеством изображения и разрешением на местности, достигающим нескольких метров. Они обеспечивают возможность стереоскопического изучения объектов и дают ценную информацию практически обо всех объектах земной поверхности. Для целей дешифрирования удобны материалы многозональной фотосъемки, выполняемой в нескольких спектральных диапазонах. Они позволяют целенаправленно синтезировать цветное изображение, получая спектральный образ объектов съемки, что особенно важно для исследования экологического состояния растительного покрова, водных объектов, сельскохозяйственных земель и пр.

Широко используются также телевизионные и сканерные изображения высокого и среднего разрешения, получаемые с отечественных спутников "Метеор", американских – "Ландсат" и французских – "Спот". Материалы съемки со спутника "Метеор" с помощью аппарата "Фрагмент", имеют элемент разрешения 85 м; со спутников "Ландсат" с помощью многозональной сканирующей системы МСС – 80 м, "Спот" – около 20 м. Важно, что съемка выполняется в нескольких диапазонах видимой и ближней инфракрасной частей спектра, и возможно получение цветных синтезированных снимков. На сканерных изображениях высокого разрешения, особенно на цветных синтезированных снимках, выделяются в целом те же объекты, что и на фотографических снимках, но при этом обеспечивается регулярная повторяемость съемки. Эти материалы удобны для автоматизированной обработки, так как поступают с орбиты в цифровом виде. Поэтому на первое место при использовании сканерных изображений выступают задачи оперативного контроля за состоянием природной среды и антропогенных образований, их изменениями, в том числе сезонными.

Особо следует подчеркнуть необходимость соблюдения принципа иерархической соподчиненности итоговых материалов экологического картографирования (табл. 3). Для всей территории России составлены или предлагаются к составлению экологические карты в мелких (1:2 500 000

– 1:5 000 000) и обзорных (1:10 000 000 и мельче) масштабах. Для основных объектов локализации информации в пределах границ субъектов Российской Федерации предлагается масштабный ряд более детальных карт, согласующийся с масштабами карт, подготавливаемых в процессе территориального проектирования и прогнозирования.

При решении сложных задач дифференциации территории, создании комплексных и синтетических карт совместно используются различные источники информации, получаемые в результате разных и обычно мало согласованных методов их сбора и первичной обработки. Поэтому оценка информационной обеспеченности работ по комплексу экологических параметров должна быть основана на системной характеристике всех исходных показателей и материалов, которые можно использовать при проектировании и составлении покомпонентных и комплексных карт.

Таблица 3

Масштабы экологических карт, рекомендуемые для составления на уровне субъектов Российской Федерации

Типы объектов локализации информации	Рекомендуемый масштаб
<i>Административно-территориальный</i>	
Районы	1:500 000
Города и другие поселения областного подчинения	1:500 000, 1:1 000 000
Лесо-, водо-, сельскохозяйственные объекты	1:200 000, 1:500 000
<i>Геосистемный</i>	
Бассейны рек	1:500 000
Ландшафты	1:500 000, 1:1 000 000
Компоненты ландшафтов	1:200 000, 1:500 000
Техногенные объекты	1:100 000 – 1:500 000
<i>Мониторинговый</i>	
Станции (посты) наблюдений	1:1 000 000 и мельче
Линии (маршруты) обследований	1:100 000 – 1:1 000 000
Площади обследований	1:100 000 – 1:500 000

По административно-территориальным единицам подготавливаются следующие фондовые материалы:

- государственные и ведомственные статистические формы отчетности и обзоры земельных, лесных, водных и других ресурсов, обзоры состояния загрязнения компонентов окружающей среды;
- отраслевые статистические формы отчетности и обзоры состояния лесо-, водо-, сельскохозяйственных и других хозяйственных объектов.

Для объектов геосистемного типа (бассейнов рек, компонентов ландшафта, конкретных техногенных объектов) на основе наземных точечных, маршрутных и площадных съемок подготавливаются отчеты о результатах экологических обследований. Они включают данные анализов почв и грунтов, воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, растительности и т.д. Эти данные дополняются результатами тематического дешифрирования материалов дистанционного зондирования (аэро- и космической фотосъемки, многозональной сканерной съемки и др.), позволяющими распространить данные наземных наблюдений на однотипные необследованные участки земель. Итоговой формой представления материалов часто служат тематические карты экологического характера, территориальные комплексные схемы охраны природы, экологические разделы в ТЭО и других предпроектных разработках различного масштаба на исследуемые территории. Для объектов мониторингового (сетевого) типа (станций и постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, водных объектов и т.п.) регулярно (с заданной периодичностью) готовятся соответствующие бюллетени и справочники.

3.2. Организация системы информационного обеспечения экологического картографирования

Накопленный опыт в получении данных о состоянии природной среды и результатах взаимодействия организмов со средой их обитания свидетельствует о наличие на сегодняшний день особого пласта информации – статистики окружающей среды как нового направления статистики. На повестке дня встают проблемы организации информационных фондов для обеспечения экологического картографирования.

В исследовании (Разработать систему..., 1995) показана роль нормативной информации для экологического картографирования и сформулированы общие требования к информации и построению баз данных в геоинформационных технологиях. Изложены новые положения об информационном обеспечении экологического картографирования на базе экспертных систем, дана характеристика различных источников информационного обеспечения экологического картографирования. Эти разделы так или иначе определяют требования к информационному обеспечению экологического картографирования.

В создании и использовании экологических карт четко обосновываются два уровня картографирования, в соответствии с которыми можно различать два основных типа карт, два направления формирования информационных фондов.

В основе разработки экологических карт первого типа лежат фактические данные, полученные путем инструментального измерения уровней загрязнения, данные топографических и тематических карт, результаты обработки аэрокосмических изображений, учетно-статистические, научные и другие материалы. Собранные таким образом данные составляют основу для формирования информационного фонда (№ 1) базовой экологической картографической информации. Задача этого фонда – организация первичных представлений о пространственно-временном распределении отдельных элементов экологических явлений, которые картографируются. Примерами экологических карт первого типа могут служить констатационные (инвентаризационные, фактологические) карты об источниках и интенсивности загрязнений объектов различных геосфер (атмосферы, гидросфера и т. п.).

На основе экологических карт первого типа развивается другой информационный фонд более высокого уровня. Он дает основу для разработки системы принципиально новых экологических карт – карт второго типа. Их содержание связано с выявлением обратной связи воздействия общества на природу и степени устойчивости природы к дальнейшим воздействиям. Отличительная особенность экологических карт второго типа – их ориентация на оперативное отображение динамики экологических процессов, результатов экстраполяции выявившихся тенденций, сопоставления фактического развития событий с прогнозными вариантами.

ми. В качестве примеров экологических карт второго типа можно привести варианты прогнозных карт развития экологических процессов, содержащих экспертные оценки типа "будут такие-то изменения, если ...". Очевидно, что при таком подходе расширяются возможности экологического картографирования, снимаются ограничения, обусловленные лишь одним вариантом картографического отображения того или иного экологического явления или процесса. Это повышает возможности выбора более оптимальных решений на основе экологических карт и математико-картографического моделирования.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К настоящему времени в тематическом картографировании вообще и в экологическом в частности довольно четко определились несколько основных направлений. Они отличаются друг от друга по ряду признаков, знание которых позволяет понять возможности практического использования итоговых картографических материалов в решении определенных научных и практических задач. В особенности это относится к принятию административных решений, направленных на поддержание экологически безопасных условий жизнедеятельности людей на конкретных территориях. Можно констатировать, что в зависимости от целевой установки и задач картографического обеспечения, проектируются и создаются констатационные, оценочные, прогнозные и рекомендательные карты экологического содержания.

4.1. Констатационное направление

Это направление предполагает выявление и картографирование параметров, состояний и результатов взаимодействия в системе "организм – среда" без сравнения с какой-либо принятой или рекомендуемой нормой. В результате создаются констатационные карты, просто фиксирующие факты, без указания на степень отличия картографируемых объектов от нормального состояния.

В число констатационных входят карты, отражающие современное состояние воздушной среды, поверхностных вод, подземных вод, почв и грунтов, недр, растительного покрова и животного мира, социальной среды, включая объемы и структуру выбросов загрязняющих веществ, структуру и уровень загрязнения компонентов природной среды и природных территориальных комплексов (Временная инструкция..., 1992).

Так, например, изучение проблем экологической опасности в связи с распространением по отдельным регионам России объектов радиационного наследства, требует создания констатационных карт, содержащих сведения о типах таких объектов, их местоположении и характере развития по территории. В первом приближении эти карты должны отражать:

- промышленные объекты ядерного топливного цикла, включая места добычи сырья, заводы по его переработке, утилизации отходов;
- многочисленные участки, где отмечаются выпадения радиоактивных материалов вследствие аварий и штатных сбросов;
- загрязнения, связанные с запланированным захоронением продуктов ядерного распада;
- места проведения ядерных взрывов как для военных, так и для мирных целей.

Учитывая другие виды опасных объектов и производств, для территории России и отдельных ее регионов возможно создание серии констатационных карт. Они должны отразить размещение следующих потенциально опасных видов объектов и производств и места проявления их негативной деятельности:

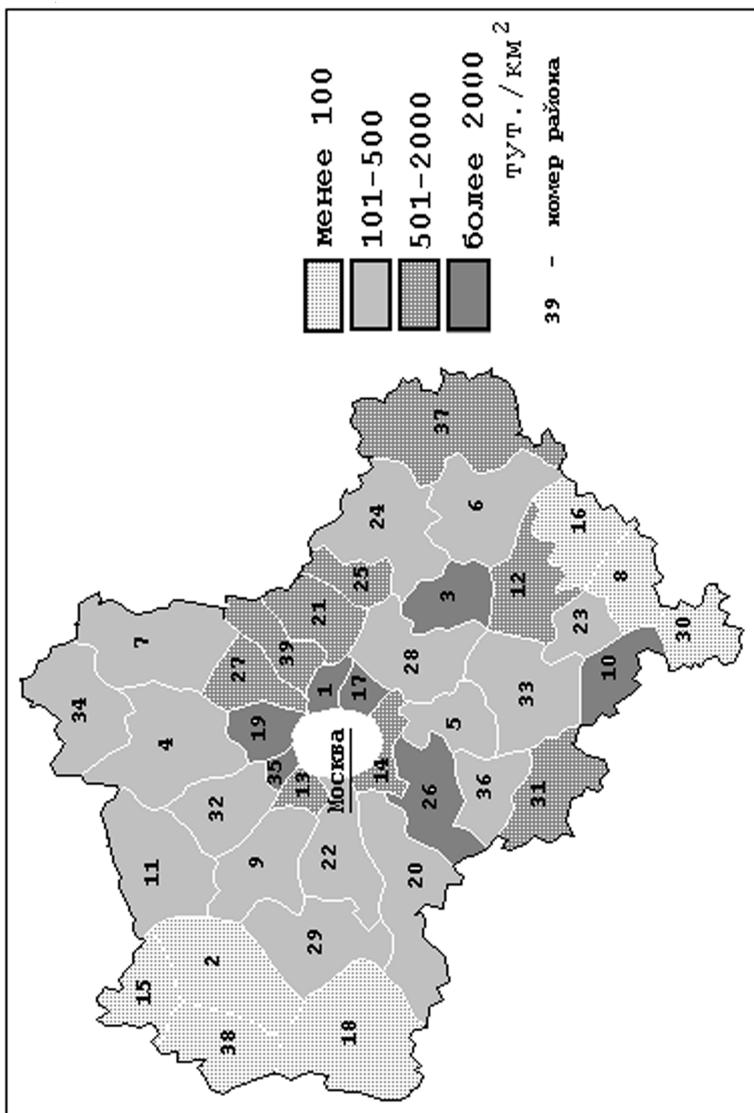
- атомные и тепловые электростанции, крупные установки сжигания топлива;
- предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия, установки для доменного и марганцовского производства;
- предприятия нефте- и газопереработки, нефтехимии;
- предприятия химической промышленности (заводы органического и неорганического синтеза, производство асбеста, стекла, минеральных удобрений, пестицидов и др.);
- места добычи нефти и газа;
- коридоры транспорта нефти и газа и продуктов их переработки;
- участки по транспортировке, хранению, утилизации и захоронению токсичных и ядовитых отходов и пр.;
- производства, хранилища, участки транспорта и полигоны по уничтожению боеприпасов, взрывчатых веществ;
- крупные склады для хранения нефтяных, нефтехимических, химических продуктов, ядохимикатов и пестицидов;
- участки строительства автодорог, автострад, трасс железных дорог, аэропортов (с длиной ВПП более 2 км);

- животноводческие комплексы, птицефабрики, крупные мелиоративные системы;
- крупные плотины и водохранилища;
- вырубки лесов и гари на больших площадях.

Приведем примеры подобных карт. Нередко они фиксируют материалы статистической отчетности по отдельным городам, промцентрам, районам и даже субъектам Федерации о суммарных за год выбросах загрязняющих веществ в атмосферу, например стационарных источников или автотранспорта. Могут применяться и параметры, косвенно отражающие величину антропогенных воздействий на природу. Например, на рис. 1 отражено потребление энергоресурсов по административным районам Московской области. Эта величина косвенно характеризует промышленную нагрузку на природную среду в тонах условного топлива (тут) на единицу площади (Акимова и др., 1994).

По сети специализированных пунктов системы Росгидромета проводятся измерения выпадений из атмосферы загрязняющих веществ. Подобными исследованиями занимается и специальными картами снабжает Институт глобального климата и экологии. Серии карт неоднократно печатались в годичных докладах о состоянии природной среды.

Пользуясь подобной картографической информацией, составляются карты, по которым можно судить об отличиях отдельных территорий друг от друга по принципу "где и сколько", а анализ этих материалов позволяет ответить на вопрос "где больше – где меньше". Но в этих картах нет ответа на вопросы о степени влияния на человека или другие организмы отмеченных объемов выбросов или глобальных выпадений.



4.2. Оценочное направление

Под экологической оценкой территорий будем понимать такую их классификацию (типовую, ранжирование и т.д.), которая отражает в определенных параметрах и категориях степень опасности для живых организмов существующих особенностей среды обитания и уровня существующих или предполагаемых антропогенных воздействий относительно определенной нормы. При этом обязательно проводится процедура сравнения полученных сведений о состоянии среды с имеющимися, например, санитарно-эпидемиологическими нормами (Чистов, 1994). В качестве основных информационных материалов в оценочном направлении картографирования используются:

- нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ;
- нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ;
- нормативы предельно допустимых уровней шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий;
- нормативы предельно допустимого уровня радиационного воздействия;
- предельно допустимые нормы применения агрохимикатов в сельском хозяйстве.

В число оценочных входят карты, отражающие:

- оценку ущерба природной среде и здоровью населения, наносимого различными видами хозяйственной деятельности;
- оценку факторов загрязнения и изменения природной среды, лимитирующих комфортность и безопасность проживания населения, дальнейшее развитие конкретных видов хозяйственной и иной деятельности согласно существующим нормативам по показателям качества природной среды и здоровья людей.

Следует отметить, что одну и ту же территорию можно оценивать с экологической точки зрения по-разному, отражая различия требований "субъекта" оценивания. Например, качество одного и того же водоисточника можно оценить по-разному, рассматривая с позиций питьевого водоснабжения или промышленного использования. При этом исходная констатационная карта будет одна, а число оценочных карт – столько, сколько используется конкретных требований по качеству воды.

Одним словом, чтобы создать экологическую карту оценочного характера, необходимо зафиксировать в виде норматива или рекомендаций некоторые рубежи между благоприятными и неблагоприятными, опасными и неопасными условиями природных сред или определить уровень (степень) воздействий антропогенных факторов на среду обитания.

Наиболее ответственным моментом в оценочном картографировании является объективность и точность используемых нормативных документов. Можно констатировать, что в экологическом нормировании в последние годы достигнуты определенные результаты: помимо общегосударственных разработан и ряд отраслевых нормативов природоохранного значения (Миграция..., 1979; Безуглая, 1980; Методические рекомендации по геохимической..., 1982; Основы прогнозирования..., 1982; Методические указания..., 1984; Заславский, 1984; Израэль, 1984; Евдокимов, 1990; Ландшафты, нагрузки..., 1990; Методологические вопросы..., 1990; Обобщенный перечень..., 1990; Правовая охрана..., 1990; Современное состояние..., 1990; Методика определения..., 1991; Временная инструкция..., 1992; Методические установки..., 1992; Оценка качества..., 1995 и др.). Особо следует отметить справочное издание "Природоохранные нормы..." (1990) и монографию "Биогеохимические основы..." (1993); в этих документах содержится множество сведений, позволяющих в соответствии с отмеченными выше нормами производить оценку экологического состояния территорий.

Основой для экологического нормирования могут выступать, с одной стороны, знания физиологических особенностей организмов относительно их реакций на определенные величины концентраций и длительность проявления загрязняющих среду обитания веществ, а с другой – сведения о качественных и количественных различиях химического состава компонентов природной среды исследуемой территории.

В последнем случае чаще всего выделяются участки с недостатком, нормальным содержанием (в сравнении с природным фоном) и избытком химических соединений. Именно такие сведения позволяют нормировать дозы внесения удобрений на сельскохозяйственные угодья и проводить оценки реальных ситуаций. По данным для Московской области (Биогеохимические основы..., 1993) построена оценочная карта (рис. 2), характеризующая отношение существующих доз внесения азота и рекомендемых по отдельным районам.

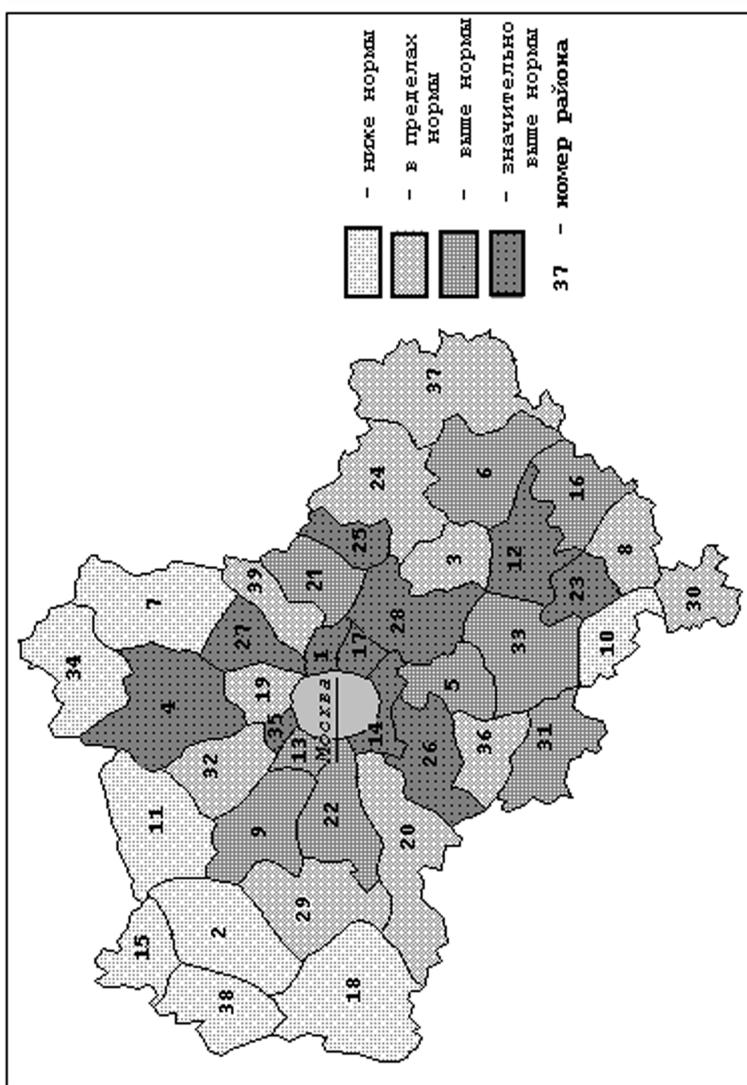


Рис. 2. Экологическая оценка нагрузки азотными минеральными удобрениями на агроландшафты по районам Московской области

К сожалению, не для всех веществ и соединений имеются количественные параметры экологического характера. Иногда отсутствуют установленные нормы вредности для организмов воздействий в системе "организм – среда". В таких случаях используется качественная форма оценки, в особенности, когда необходимо провести ее комплексно с учетом множества факторов. Например, в комплексе проблем экологического характера в России по состоянию на 1994 г. (Государственный доклад..., 1995) отмечены:

- сброс загрязненных сточных вод;
- гидрохимическое состояние поверхностных вод;
- выбросы вредных веществ от стационарных источников в атмосферный воздух;
- состояние атмосферного воздуха;
- загрязнение и истощение подземных вод;
- наличие токсичных отходов;
- деградация земель;
- радиационная обстановка.

Данный раздел государственного доклада сопровождает серия карт, отражающих субъекты Федерации с неблагополучной ситуацией по отмеченным проблемам. Нередко в таких ситуациях применяется балльная форма оценки, при которой каждому конкретному качеству присваивается определенный балл. Например, благоприятные условия жизнедеятельности оцениваются в 3 балла, неблагоприятные – 2 балла, кризисные – 1 балл. Число таких градаций может быть разным. Важно, чтобы все выделенные градации, а значит и территории, к ним относящиеся, заметно отличались друг от друга.

4.3. Прогнозное направление

В число прогнозных входят карты, оценивающие вероятное изменение экологической ситуации на заданную (выбранную, обоснованную) перспективу, а также карты, предполагающие определенные последствия реализации принятых решений в хозяйственной и иных видах деятельности.

В зависимости от научной достоверности может быть несколько видов прогнозных карт. Наиболее научно обоснованные прогнозы строятся по результатам исследований динамики процессов взаимодействия организмов со средой за некоторый, обычно небольшой, отрезок времени. Далее устанавливаются закономерности пространственно-временной изменчивости параметров или факторов экологического состояния территории (Давыдова, Волкова, 1990), на основе чего моделируются и картографируются будущие состояния как результаты прогнозируемых (проектируемых) взаимодействий в системе "организм – среда". Следующую группу образуют прогнозы, отражающие те или иные гипотезы авторов, экспертные оценки (разд. 12.2), опирающиеся на определенные научные принципы или практический опыт (Чистов, 1990б).

Прогнозные карты по содержанию могут иметь как констатационный, так и оценочный характер. Картографический прогноз последствий от реализации принятого решения (проекта) по освоению территории получил развитие лишь в последние годы в связи с развертыванием исследований и началом формирования нормативной основы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Разработка ОВОС призвана не только обеспечить информацией о возможном состоянии окружающей среды после завершения строительства и на период эксплуатации объектов, но и наметить основные задачи по природоохранным мероприятиям и организации мониторинга. Это обусловлено тем, что различные природные системы могут неодинаково реагировать на одно и то же (по характеру и интенсивности) воздействие со стороны инженерных объектов. Разная реакция, прежде всего, обусловлена неодинаковой устойчивостью природных систем к антропогенным воздействиям.

Исследованиям устойчивости природных систем по отношению к антропогенным воздействиям посвящено множество работ последних двух десятилетий (Глазовская, 1979; Факторы и механизмы..., 1989; Биогеохимические основы..., 1993; и др.). В идеале именно на основе знаний о механизмах устойчивости природных систем можно подойти к полноценному нормированию степени антропогенных воздействий, а значит – проводить прогнозные исследования, в том числе и ОВОС, предлагать систем-

му мер по поддержанию среды обитания в приемлемом для человека и других организмов состоянии.

4.4. Рекомендательное направление

В число рекомендательных карт входят:

- карты эколого-экономических приоритетов, определяющих дальнейшее социально-экономическое развитие исследуемых территорий;
- карты мер и рекомендаций, направленных на стабилизацию экологической обстановки в местах размещения вредных производств и территорий, загрязненных вредными веществами (например, радионуклидами);
- карты, отражающие результаты реализации предложенных мер и рекомендаций.

Это направление, как и все другие, может быть реализовано для различных территориальных уровней, что предполагает разработку и принятие соответствующих решений, начиная от правительственные и кончая местными. Рекомендации, отражаемые на картах, необходимо согласовывать с принципом рациональности природопользования, который базируется на определенных научных положениях. Нарушения этого принципа наиболее остро проявляются в густонаселенных районах с многоотраслевым хозяйством.

Наиболее ощутимыми для физиологических потребностей людей являются средообразующие функции ландшафтов. Главным образом это относится к растительному покрову, продуцирующему в процессе фотосинтеза кислород и фитонциды; именно растительность способна очищать атмосферу от вредных примесей, создавая тем самым необходимые для биосфера параметры среды. Это согласуется с требованием сохранять и поддерживать на определенном уровне ресурсоспроизводящие функции природных комплексов. Уровень ресурсопроизводства обусловлен в основном зонально-климатическими нормами тепло- и влагообеспеченности, почвенно-геохимическими региональными различиями, а также особенностями загрязнения, связанного с хозяйственной деятельностью. Естественная динамика развития компонентов природы в конкретных усло-

виях создает некоторое ежегодное воспроизведение фитомассы (например, древесины, кормов, грибов, ягод) и зоомассы (рыбы, дичи, пушнины), воды определенного качества, почвенного плодородия и т. д.

Отношение отраслей хозяйства или различных видов использования территории к ресурсам может быть двояким: воспроизведение ресурсов либо влияет, либо не влияет на экономическую эффективность работы отрасли. Например, леспромхозы заинтересованы в воспроизведении древесины определенного вида, качества и объемов, так как от этого напрямую зависит эффективность их работы. Но их практически не интересуют другие виды ресурсов в лесу (грибы, ягоды, лекарственные травы, дичь и т.д.), функции леса по регулированию стока, воспроизведению кислорода. Поэтому рациональность природопользования связана именно с **сохранением** хотя бы в прежнем (зонально-региональном) количестве и качестве **ресурсо- и средовоспроизводящих функций ландшафтов**.

Как бы мы ни стремились к такой идеальной ситуации, невозможно размещать инженерные и другие хозяйствственные объекты на территории, не нарушая на ней сложившуюся ранее естественную динамику функционирования ландшафтов. Даже весьма незначительные воздействия приводят к изменениям ландшафта, к сокращению видов флоры и фауны и т.д. Поэтому рациональность природопользования предполагает минимизацию воздействий и систему специальных мероприятий по сохранению видового разнообразия и генотипов растительного и животного мира в настоящее время и в будущем.

В последние годы стала рассматривается также необходимость учета, оценки и охраны эстетической ценности ландшафтов, а также исторических и природных памятников исследуемого региона. Особенно это относится к местам постоянного проживания и отдыха людей. В этом вопросе весьма существенная роль принадлежит градостроительному проектированию различного уровня – от федерального до местного (локального). Необходимо скорейшее создание и обновление, с учетом этих обстоятельств, схем и проектов районной планировки для субъектов Федерации, административных районов (внутри области), генпланов городов и поселков, сельских населенных пунктов.

Именно территориальная увязка в размещении разнообразных функциональных зон, инженерных объектов внутри них, согласованных с

ландшафтными особенностями местности (рельефом, растительностью, водоемами и пр.), способствует оптимальной организации территории. Только при наличии таких планово-проектных материалов, наделенных администрацией соответствующего уровня директивностью, можно избежать существенных ошибок в размещении конкретных объектов.

Так, для нечерноземных областей России, отрицательные последствия хозяйственной деятельности связаны с нарушениями традиционных форм использования земель, сменой исторически сложившихся в определенных условиях севооборотов. Это привело не только к истощению плодородия почв, но и утрате населением необходимых навыков и культуры сельскохозяйственного производства, что в свою очередь способствовало ухудшению экологической ситуации на многих сельхозугодьях. Значит, важнейшим условием рациональности природопользования является максимальное сохранение традиционных форм хозяйственной деятельности коренного населения.

Итак, рациональное природопользование означает эффективное ведение хозяйства на данной территории, позволяющее максимально сохранять:

- ресурсо- и средовоспроизводящие способности ландшафтов, естественную динамику их функционирования;
- видовое разнообразие флоры и фауны, генофонд;
- эстетическую ценность окружающего ландшафта (в особенности с позиций местных жителей);
- исторические и природные памятники данной местности;
- традиционные формы хозяйственной деятельности коренного населения.

5. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Объективные предпосылки последних лет диктуют необходимость разработки общепринятых унифицированных требований к составу, содержанию, масштабам экологических карт различной тематической направленности, что позволит поставить систему экологического картографирования России на единую методическую основу.

На основе анализа разнообразных (в тематическом отношении) информационных источников, опыта создания экологических и других тематических карт, накопленного среди специалистов различного профиля естественных и прочих наук, предложена классификация экологических карт (Разработать унифицированные требования..., 1995). По тематике и содержанию среди них выделяют:

- ландшафтно-экологические;
- эколого-геологические;
- биоэкологические;
- демографо-экологические;
- медико-экологические (эколого-гигиенические);
- сельскохозяйственно-экологические;
- промышленно-экологические;
- эколого-географические;
- эколого-геохимические;
- кризисных экологических ситуаций.

Пространственный ряд экологического картографирования, как было отмечено выше, включает уровни:

- глобальный;
- субглобальный;
- региональный (по природным, административно-хозяйственным, природно-хозяйственным регионам, регионам экологических бедствий);
- локальный (для городов, промышленных зон, мест экологических бедствий и т. д.).

Каждый из этих уровней реализуется в картах определенного масштаба. В целом для экологического картографирования предлагается давно признанный и хорошо отработанный (например в системе картографического обеспечения градостроительного проектирования) масштабный ряд:

- федеральный уровень 1:2 500 000 – 1:5 000 000 и мельче;
- региональный уровень 1:1 000 000 – 1:200 000;
- локальный уровень 1:200 000 – 1:10 000 и крупнее.

Самостоятельное значение для создания системы карт любой тематики приобретает разработка состава специальных экологических показателей и оценок, характеризующих или оценивающих современное (или прогнозируемое) состояние природной среды в целом, ее компонентов и т.д. с точки зрения человека и/или биоты (Методические рекомендации..., 1982; Методика определения..., 1991; и др.).

В зависимости от уровня исследований, их тематической направленности, обеспеченности нормативными материалами формируются специфические требования к информационному обеспечению работ по созданию специальных экологических карт. Одни из них разрабатываются путем сложного синтеза различных карт аналитического характера, дополненных материалами наземных исследований современных качеств среды обитания. Другие строятся на материалах статистической отчетности, "привязанных" к административно-территориальным единицам различного ранга: субъектам Федерации, районам внутри них, населенным пунктам, хозяйствам, и т.д. Особое методическое направление образует создание экологических карт по материалам дистанционного зондирования.

И, наконец, можно сформулировать основные направления использования предлагаемых разновидностей экологических карт: для обоснования сети экологического мониторинга, разработки федеральных и региональных программ охраны природы, рационального природопользования, оздоровления экологической обстановки, рекультивации земель, экспертизы проектов хозяйственной и иной деятельности.

Ландшафтно-экологическое картографирование особенно актуально для зон экологических бедствий. Область применения фитоэкологических

карт охватывает планирование и размещение народного хозяйства, ведение охотничьего, лесного и сельского хозяйства. Биоэкологические карты необходимы при оценке качества потенциальных продовольственных ресурсов. Комплекс экологических карт животного мира необходимо использовать для разработки стоимостной оценки ресурсов животного мира и местообитаний его представителей в районах промышленного освоения, при подготовке ОВОС (Бронникова, 1987; Давыдова, Волкова 1990; Лавренко, 1990; Ильина; 1991).

Экологические карты населения необходимы в изучении и оценке экологического состояния и развития страны, ее регионов, центров, отдельных пунктов и пр. (Методические рекомендации..., 1982; Методические указания по оценке..., 1987; и др.). Они важны для проведения экологических экспертиз разного назначения, для обоснования экологических программ и экологической политики.

Эколого-гигиенические карты можно использовать для:

- пространственного санитарно-гигиенического анализа окружающей среды и здоровья населения;
- комплексной гигиенической оценки территории;
- районирования территории по степени антропотехногенной нагрузки, выраженности проблемных ситуаций и другим признакам;
- обоснования рационального размещения населенных пунктов, производственных объектов с учетом санитарной охраны окружающей среды;
- определения гигиенической эффективности оздоровительных мероприятий;
- осуществления предупредительного и текущего санитарного надзора при развитии и размещении производительных сил и решения других проблем;
- прогноза санитарного состояния окружающей среды и здоровья населения.

Результаты эколого-геохимического картографирования могут быть использованы:

- при разработке природоохранных мероприятий по снижению уровня загрязнения и оптимизации природной среды;

- при разработке профилактических и компенсирующих мероприятий, направленных на охрану здоровья населения;
- для краткосрочных и долгосрочных прогнозов состояния окружающей среды.

Универсальность и комплексность эколого-географических карт создает широкие возможности их применения в анализе и оценке экологических ситуаций, комплексном картографическом обеспечении экологических экспертиз для разработки мер по улучшению экологической обстановки, региональных аспектов экологической политики и т.д. Велико значение этих карт в экологическом просвещении населения, повышении общей экологической культуры.

Сфера применения карт кризисных экологических ситуаций достаточно широка и включает:

- обоснование необходимых и срочных природоохранных мероприятий;
- выбор участков под определенные виды застройки;
- разработку общих систем экологически безопасного природопользования и ряд других.

Кроме того, карты экологических ситуаций, отражающие современное состояние окружающей среды, служат основой для прогнозирования изменений природы, которые могут происходить под влиянием и при усилении антропогенных воздействий.

6. КАЧЕСТВО ЗЕМЕЛЬ. КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, РИСКА И ОПАСНОСТИ

Экологическая безопасность регионов складывается из множества взаимосвязанных факторов различного свойства и характера. Классификация факторов экологического воздействия, риска и опасности должна проводиться с учетом их характера, интенсивности, периодичности и других особенностей проявления в конкретных природных условиях. Учет этих факторов определяет основу для составления серии карт оценки и специальных схем районирования отдельных регионов Российской Федерации по уровням экологической безопасности. При оценке экологических факторов следует принимать во внимание различие возможных подходов к дифференциации территорий как области приложения экологии.

В новых условиях хозяйствования и с углублением экологического кризиса расширяется практика внедрения в задачи управления и планирования многочисленных разноплановых и не согласованных между собой экологических показателей. Это приводит к необходимости разработки интегральных нормативных показателей, способных соизмерить и обобщить всю информацию, используемую для обеспечения территориального планирования на различных уровнях. В первую очередь это касается синтетического показателя экологической безопасности различных территорий как объективной оценки степени комфорта жизни и хозяйственной деятельности людей.

Любая территория обладает определенным природным своеобразием, обусловленным как зонально-климатическими, так и местными особенностями. Наличие определенного набора природных условий и ресурсов во многом объясняет специфику хозяйственной деятельности на конкретной территории. Сочетание на территории определенных отраслей хозяйства со своеобразными природными комплексами приводит к образованию некоторого "экологического фона". Отсюда объективно возникает проблема разработки системы показателей, нормирующих такого рода сочетания. Она усложняется при переходе от локального уровня к региональному и России в целом, так как при этом возникает необходимость ана-

лиза и учета большего числа воздействий и специфических условий их проявления. Решение этой проблемы без учета особенностей природных условий, с одной стороны, и хозяйственной специализации – с другой, не позволяет в полной мере реализовать задачи обеспечения экологической безопасности населения.

В отраслевых исследованиях происходит выбор одного из направлений экологии в качестве основного для целей экологической дифференциации территорий. При этом существенно сужается и конкретизируется набор объектов и субъектов исследования. И действительно, экологическую дифференциацию территорий можно проводить, например, с позиций какого-то вида или популяции птиц, условий произрастания лесов, целей развития определенных промышленных производств, строительства транспортных магистралей, развития рекреационного комплекса и т.д. При этом в каждом конкретном случае используется свой, определенный набор показателей оценки экологического состояния территории, принимается во внимание конкретный интервал значений показателей качества окружающей среды.

Рассматривая городские земли как территории особой концентрации проживающего и работающего населения, необходимо прежде всего обеспечивать функцию создания наиболее комфортных условий жизнедеятельности людей, проживающих, работающих или временно пребывающих на этой территории. Значит, основным субъектом оценки экологического состояния таких территорий выступают не растительные сообщества или популяции животных, а человек, предъявляющий определенный набор требований к качеству среды обитания. Многообразие видов человеческой деятельности и жизни в городской среде многократно усложняет проблему, прежде всего, тем, что требования проживающих и работающих в городе людей многоаспектны.

Оценку городских земель можно производить, прежде всего, с позиций исследования условий:

- постоянного места жительства;
- трудовой деятельности;
- отдыха и оздоровления.

В каждом из этих аспектов территории в принципе оцениваются по одним и тем же параметрам, показателям качества среды, но с предъявлением к ним разных требований жесткости с санитарно-гигиенических позиций. Это обусловило создание различных нормативов качества среды в зависимости от функционального назначения конкретной территории. В итоге появляется неоднозначная оценка экологического состояния одних и тех же земель, различия которой проис текают из-за множественности направлений их использования для жизни и деятельности человека, дифференциации в их современном и предполагаемом на перспективу статусе.

Таким образом, экологическая дифференциация земель предполагает в качестве объекта исследований все компоненты среды обитания и производственной деятельности человека на конкретной территории. В результате ее реализации осуществляется определенная экологическая оценка качества земель. В такой трактовке понятие "качество земель" не ограничивается рассмотрением лишь экологических свойств почв и грунтов, а включает оценку качества атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, ресурсо- и средовоспроизводящих способностей ландшафтов, многообразия видов флоры и фауны, эстетической ценности территории и т.д.

Поэтому можно говорить о том, что экологическая дифференциация земель должна базироваться на их комплексных исследованиях с позиций интегральной оценки территории как среды обитания человека, а также отраслевых оценок состояния отдельных компонентов природной среды, определяющих экологическую комфортность и безопасность условий проживания, трудовой деятельности, отдыха и оздоровления жителей.

На основе анализа методик комплексной оценки факторов экологической безопасности и картографирования разнообразных экологических ситуаций для России в целом и крупных ее регионов предложена серия антропоэкологических карт. Особенностью данного направления является признание природной среды жизни и деятельности человека в качестве основного объекта исследования.

Экологические проблемы определяются и картографируются по изменению факторов и условий среды. Предлагается всю систему факторов, определяющих уровни экологической безопасности, объединять в группу

показателей, формирующих степень риска при использовании территории с развитием тех или иных опасных, стихийных и неблагоприятных природных явлений и процессов. Кроме того, выделяется группа факторов, отражающих спектр экологических воздействий на человека в результате функционирования промышленности, транспорта, сельского хозяйства и прочих форм и видов хозяйственной деятельности. В каждой из отмеченных групп в зависимости от масштабов оценки (от России в целом до, например, муниципальных округов, городских кварталов и отдельных зданий) будут меняться набор показателей (во всех группах), степень их синтетичности и т.д.

Поэтому экологическую безопасность необходимо рассматривать с позиций регионального своеобразия экологических воздействий, риска и опасности, которые испытывает человек в процессе жизнедеятельности, во-первых, в окружении стихийных, неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов и, во-вторых, находясь в относительной близости от опасных производств. Сложность решения поставленной проблемы заключается именно в многообразии сочетаний этих групп факторов по территории и трудности определения границ их возможного проявления.

Если представить себе границы оценки уровня экологической безопасности какой-либо территории, то для нее можно выделить 4 основных типа сочетаний факторов экологических воздействий и факторов риска. В зависимости от наличия и степени развития опасных и неблагоприятных природных явлений и процессов можно выделить (рис. 3) области, где:

А – отсутствуют опасные и неблагоприятные природные явления и процессы, а экологические воздействия от разных видов хозяйственной деятельности не приводят к формированию опасных для здоровья человека уровней (концентраций и т.д.);

Б – отсутствуют опасные и неблагоприятные природные процессы, но за счет глобальных (или трансграничных) выпадений, а также работы местных производств, транспортных магистралей, сельскохозяйственных предприятий формируются опасные для здоровья населения уровни воздействия;

В – при нормальных уровнях воздействия хозяйственной деятельности (в пределах ПДК и ПДУ) существует опасность для людей, связанная с развитием стихийных и разрушительных процессов и явлений;

Г – наиболее опасные территории, где сочетаются неблагоприятные факторы экологического воздействия с природными факторами риска.

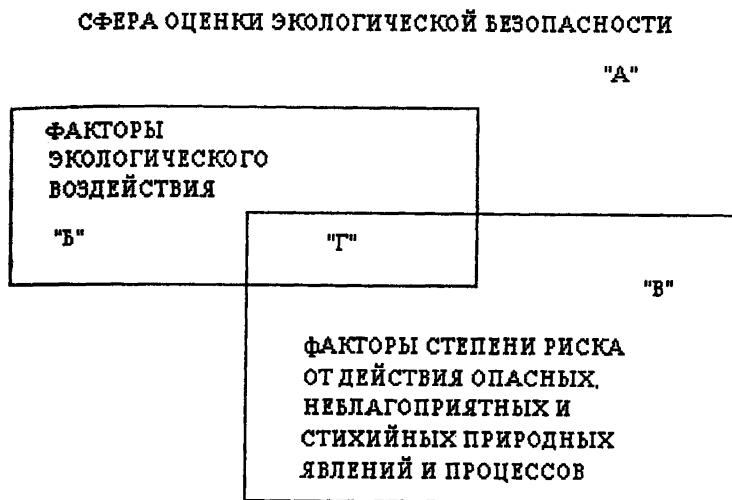


Рис.3 Схема сочетаний факторов экологического воздействия и факторов степени риска для оценки экологической безопасности

Факторы воздействия и степени риска обладают определенным своеобразием в зависимости от уровня оценивания и региональных особенностей в сфере экологической безопасности. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо не только учитывать специфический набор факторов, но и вести подбор оптимальной методики их классификации и комплексной оценки.

Предлагаются следующие теоретические и методические основы создания синтетических карт экологических ситуаций с учетом принципа

антропоэкологической оценки состояния природной среды. Общую оценку и картографирование экологической обстановки на территории можно проводить по Н.Ф. Глазовскому с соавт. (1991). Основу их методики составляет интегральная типология территорий, предлагающая выделение удовлетворительных, напряженных, критических, кризисных и катастрофических ситуаций, каждая из которых определяется по ряду признаков. Создаваемые карты содержат два главных аспекта: констатационный и оценочный. В первом отображается современное экологическое состояние природной среды человека; во втором оцениваются территории с точки зрения воздействия на условия проживания, хозяйственной деятельности, отдыха, оздоровления населения.

Предметом экологического картографирования в данных картах выступают экологические проблемы и экологические ситуации (Разработать методику экологического картографирования..., 1995). Экологические проблемы объединяются в группы по природным средам, для каждой из которых даны основные разновидности. Сочетание по территории экологических проблем создает основу для выделения и анализа множества экологических ситуаций, обладающих более или менее четко выраженной региональной спецификой.

Специфику методических подходов к реализации изложенных выше принципов проиллюстрируем на примере карты "Экологические ситуации России" (масштаб 1:8 000 000). Основу ее содержания составляют ареалы проявления экологических ситуаций, учитываемых по сочетаниям трех групп признаков:

- устойчивость ландшафтов, их природно-ресурсный потенциал и уникальность;
- использование земель (оценка степени антропогенных воздействий);
- характер размещения и плотность населения.

Особое место занимают исследования, посвященные принципам и методам экологического районирования. На конкретных примерах авторы рассматривают возможности реализации методических подходов на разных уровнях исследования.

Для крупных природно-ландшафтных регионов, с учетом их современной хозяйственной освоенности и выявленных экологических ситуаций, предлагается при создании схем экологического районирования использовать методические принципы, положенные в основу составления карты "Районирование территории России..." (1992).

7. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПО СТЕПЕНИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

В течение ряда последних лет в научно-технической фирме КАСП Лтд совместно с Объединенным институтом физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта и Государственным научным центром РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова установлен и исследован своеобразный природный фактор экологической опасности, воздействующий на различные компоненты природной среды, инженерные сооружения и объекты природопользования – это современная геодинамическая активность в классе короткоживущих подкоровых локальных возмущений (КПЛВ) (Бородзич, 1990).

КПЛВ представляют собой вертикальные пульсации участков мантии Земли с поперечниками от единиц до тысяч километров. Эти движения характеризуются продолжительностью одиночных пульсаций от десятка минут до десятков лет и сопровождаются перемещениями земной поверхности с амплитудами, достигающими метровых величин (Бородзич, 1990, Беспрозванный, Муравьев, 1992). Геодинамические импульсы при КПЛВ зарождаются на глубине около 3000 км и передаются к земной поверхности по столбообразным "мантийным каналам", вызывая во внутренних и внешних геосферах разнообразные, в том числе катастрофические, явления (Разработать методику картографирования и районирования..., 1995).

Исследованиями установлено, что определенные метеоаномалии устойчиво приурочены к локальным участкам длительно проявляющейся активизации современных тектонических процессов. Также выявлена статистически значимая пространственная корреляция указанных аномалий с так называемыми кольцевыми структурами в современном рельфе местности, формирующими под воздействием глубинных тектонических процессов в течение многих сотен тысяч лет, и даже с древними тектоническими структурами, возраст которых оценивается десятками и сотнями миллионов лет.

Исследование частот повторяемости проявлений КПЛВ проводится путем выявления локальных аномалий атмосферного давления воздуха в пределах анализируемых территорий. Каждая такая аномалия (экстремум) представляет собой замкнутый локальный максимум или минимум поля

давления атмосферного воздуха, амплитуда которого превышает по модулю некоторый порог. Для локализации аномалий используется компьютерная обработка информации по данным метеостанций. Авторами разработаны оригинальный алгоритм и программное обеспечение, позволяющее проводить локализацию аномалий в пространстве и расчет вероятности их проявления в определенных точках. Процедура автоматизированной локализации наиболее вероятных экстремумов в пределах исследуемых территорий сочетается с построением соответствующих карт.

Строгие математические расчеты показали, что точность и надежность исследования при обработке метеоданных за 4–5 лет характеризуется следующими показателями: вероятность ошибок не превышает 0,1%, погрешность локализации одиночного экстремума при существующей плотности метеосети – не более 20 км, а погрешность локализации эпицентра воздействия КПЛВ – не более 3–5 км. Такая точность и надежность исследования вполне обеспечивает кондиционность итоговой карты в масштабе 1:1 000 000.

По результатам обработки массива метеоданных по территории Российской Федерации за 1977–1980 гг. были составлены карты современной геодинамической активности двух типов: "положительных" геодинамических импульсов (быстрых поднятий, сменяемых медленными опусканиями или релаксацией напряжений) и "отрицательных" – импульсов обратного знака. Основным результатом работ стала предварительная карта районирования территории России по степени современной геодинамической активности (КПЛВ) в масштабе 1:8 000 000, состоящей из двух частей: карты частот положительных и отрицательных КПЛВ. На них изолиниями показано количество относительно быстрых поднятий и опусканий за год (**без учета их интенсивности**).

Помимо этого, для отдельных регионов составлялись и анализировались карты развития техногенных и природных чрезвычайных ситуаций (ЧС), для которых предполагалась причинная связь с современной геодинамической активностью различных участков. Так, например, был проанализирован ряд разнообразных техногенных и природных ЧС за последние годы:

- железнодорожная авария экспресса "Аврора" вблизи ст. Бологое (1987 г.);

- разрушение купола испытательного стенда около г. Истры (1985 г.);
- прорыв дамбы хвостохранилища Стебникского калийного комбината (1984 г.);
- наводнения на Неве и Каспийском побережье;
- аварийность магистральных газопроводов в Западной Сибири;
- экологические последствия аварий на примере Чернобыльской катастрофы.

С достаточным основанием можно считать развитие вышеперечисленных ЧС обусловленными или усугубленными КПЛВ. Эти обстоятельства позволяют сделать выводы о возможном использовании знаний о закономерностях пространственной изменчивости опасных проявлений КПЛВ в экологических исследованиях и картографировании.

Разработанная методика предоставляет возможность осуществлять эффективный мониторинг опасных проявлений КПЛВ в пределах отдельных регионов с выдачей местной администрации и региональным органам МЧС России рекомендаций по рациональному распределению сил и средств контроля за техническим состоянием объектов, за дифференцированным по территории их воздействием на окружающую среду, а также предупреждать за несколько суток о неблагоприятных, опасных или чрезвычайных ситуациях.

Накопленный к настоящему времени опыт позволяет ставить на повестку дня широкий комплекс работ, включая разработку нормативных документов, по учету геодинамической опасности в различных областях природопользования. Возможно по-другому подойти к обоснованию системы мониторинга экологической обстановки, обусловленной комплексным воздействием современной геодинамики на окружающую среду и различные инженерные объекты. Методика позволяет использовать не только метеоданные, но весь спектр количественных параметров экологического мониторинга, для еще более точной локализации подобных опасных участков.

8. КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Различные виды хозяйственной деятельности на конкретной территории, воздействуя на природную среду, способствуют развитию множества нарушений и последствий. Они могут проявляться в грунтах, почвах, поверхностных и подземных водах, атмосферном воздухе и т.д. Их отображение на картах может проводиться покомпонентно, так как каждый сюжет в отдельности содержит порой значительную смысловую нагрузку и несет важную экологическую информацию. Использование серии экологических карт для принятия решений по развитию территорий становится специфическим видом интеллектуальной деятельности в области управления, весьма сложной и длительной системной процедурой.

Другой путь заключается в создании комплексных карт, как правило, обобщающих разнообразные сведения экологического характера.

Методические рекомендации по комплексному экологическому картографированию, реализуемому, прежде всего, в комплексных атласах, имеют в качестве базиса богатый отечественный арсенал методов по разработке серий тематических карт различной направленности.

На основе обзора современного состояния комплексного картографирования (Викторов, 1973; Глазовская, 1978, 1979; Картографирование по космическим..., 1982; Харин, 1985; Бронникова, 1987; Востокова и др., 1988; Воробьев и др., 1990; Исаченко, 1990; Котляков и др., 1990; Поярков, 1990; Преображенский, 1990; Верещака, 1991; Комплексные проблемы..., 1991; Рачковская и др., 1991; Глазовская и др., 1993; Акимова и др., 1994; Масленникова, Скорняков, 1994; Оценка качества..., 1995; Чистов, 1995), можно представить классификацию экологических карт и определить приоритетные направления развития экологического тематического картографирования (Разработать методику комплексного..., 1995). Анализ показал возможность выделения следующих типов экологических карт, которые получили реализацию в практике отечественной картографии.

Карты антропогенного воздействия на природную среду. Отображают действие разных отраслей промышленности, сельского и лесного

хозяйства, транспорта, рекреации на природную среду. В них рассматриваются:

- источники (виды и размещение) загрязнения и нарушений;
- виды и факторы воздействия;
- реакция среды;
- результаты антропогенного воздействия.

Карты риска (опасности) неблагоприятных и опасных природных явлений и возникновения чрезвычайных экологических ситуаций. Разработаны карты:

- опасности и риска возникновения природных процессов (землетрясений, лавин, наводнений), индивидуального риска, обусловленного технологическими авариями, в частности, онкологические заболевания.
- степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, например, для территории Мурманской области масштаба 1:1000000;
- вероятности и тяжести чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории бывшего СССР масштаба 1:8 000 000;
- риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций на территории России масштаба 1:8 000 000.

Проводятся также работы по зонированию территорий, прилегающих к потенциально опасным объектам, выявлению районов с повышенным экологическим риском.

Комплексные экологические карты. Отображают общую многофакторную картину экологического состояния территории. К настоящему времени можно условно выделить 2 типа комплексных экологических карт, различающихся по своим методическим подходам:

- карты экологических проблем или экологических ситуаций;
- карты эколого-географической обстановки.

В первом случае оцениваются территории (районы, ландшафты в разной степени трансформации, категории использования земель) с точки зрения снижения средообразующих и ресурсово-производящих функций

вследствие различного рода воздействий, связанных с хозяйственной деятельностью человека. Назначение таких карт – отразить экологические проблемы в целом или применительно к поставленным конструктивным задачам.

Другой подход используется на картах экологических ситуаций. Основная цель создания этих карт – выявление и пространственная локализация неблагоприятных для человека свойств современных ландшафтов, характеризующих ту или иную экологическую проблему, возникшую в результате воздействия антропогенных факторов. Карты составляются путем наложения и совместного анализа параметров состояния отдельных элементов природно-хозяйственных систем и выделения на этой основе ареалов, где наблюдается сочетание нескольких экологических проблем (загрязнения, снижения плодородия почв, деградации растительного покрова и т.д.). Каждый ареал оценивается по остроте экологической ситуации и обозначается, например, набором буквенных индексов, символизирующих виды проблем.

Примером комплексной экологической является карта “Состояние окружающей природной среды...” (1996), на которой отображены:

- экологический каркас территории (заповедники, национальные природные парки и пр.);
- экологическая ситуация, определенная преимущественно по степени выраженности и последствиям экологических проблем, связанных с ухудшением здоровья населения и изменением природно-ресурсного потенциала территории;
- современные экологические изменения поверхностных вод суши;
- радиоактивное загрязнение территории по ^{137}Cs (более 1 Кү/км²);
- загрязненные акватории морей;
- города с наибольшим уровнем загрязнения воздуха и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ (более 10 ПДК);
- источники повышенной экологической опасности: действующие АЭС, места проведения подземных ядерных взрывов, ядерные полигоны, места хранения, переработки, затопления радиоактивных

отходов, базы атомного флота, месторождения урана и предприятия по его первичной переработке.

Существует ГИС-версия карты “Состояние окружающей природной среды...” (1996).

Карты экологического природопользования. Это мало разработанное направление отличает конструктивность, связанная с рекомендациями эколого-хозяйственной направленности, эколого-хозяйственного режима и эколого-хозяйственного использования выделяемых на картах территорий (зон, районов и т.д.).

Экологические карты природы. Оценивают особенности распространения, функционирования, динамики и современного состояния природных компонентов с позиций экологического подхода (в том числе вмешательства в естественный процесс развития антропогенных факторов). По содержанию их можно разделить на 4 подгруппы:

- карты нарушенности природных комплексов;
- карты адаптационных особенностей природных компонентов (устойчивости к нагрузкам, способности к самоочищению и восстановлению природного и ресурсного потенциала);
- карты экологического состояния (в том числе экологической опасности);
- карты эколого-хозяйственных характеристик.

В качестве единиц и объектов картографирования для таких карт рекомендуются:

- промышленные центры;
- транспортные центры;
- рекреационные центры;
- центры горнодобывающей промышленности;
- земли различного функционального использования (пашни, природные кормовые угодья, леса);
- водные источники – реки и озера.

Критериями оценки этих объектов могут служить:

- для промышленных и транспортных центров: индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), класс токсичности загрязняющих атмосферу

веществ, заболеваемость и смертность населения, условия самоочищения атмосферы;

- для центров горнодобывающей промышленности: вид, токсичность и объем добываемого сырья, технология добычи, нарушенность земель;
- для ТЭЦ: вид и качество топлива, объем и состав выбросов;
- для АЭС: тип реактора, наличие защитных сооружений, надежность захоронения радиоактивных отходов, сейсмические условия местности, ее заселенность (плотность населения в зоне АЭС);
- для зон рекреации и особо охраняемых природных территорий: состояние окружающей среды;
- для транспортных сетей: интенсивность движения на автодорогах, грузонапряженность и характер перевозимых грузов на железных дорогах;
- для пахотных земель: применяемые системы земледелия, степень развития деградационных процессов почв (эрозия, дефляция, вторичное засоление, заболоченность, дегумификация и деструктуризация), загрязнение почв химическими веществами промышленного и сельскохозяйственного происхождения (тяжелыми металлами, пестицидами), радиационное поражение земель, способность почв к самоочищению;
- для растительного покрова: степень деградации растительности, промышленное загрязнение, радиационное поражение;
- для лесов: промышленные рубки, пожары, промышленное и радиационное загрязнение, доля вторичных лесов, антропогенное понижение лесистости, способность лесов к самовосстановлению;
- для поверхностных вод: индекс загрязнения вод (ИЗВ), степень хозяйственной освоенности водохранилищ, транспортное использование рек и озер.

В каждом из перечисленных случаев рекомендован свой набор информационных источников, своеобразные методы их обработки. На примере эколого-лесохозяйственных карт и карт качества воды подробно рассмотрены технологические особенности их составления.

8.1. Комплексная экологическая карта России масштаба 1:2 500 000

Необходимость создания такой карты обусловлена потребностью всестороннего информационного обеспечения рационального природопользования и охраны природы страны. Комплексная экологическая карта масштаба 1:2 500 000 (Разработать экологическую карту..., 1995) позволит наиболее эффективно изучать и оценивать экологическую обстановку для страны в целом, крупных ее регионов и центров.

Авторский коллектив этой карты уже разработал вопросы информационного и нормативно-методического обеспечения работ по ее составлению (Безуглая, 1980; Блануца, 1982; Солнцева, Касимов, 1982; Бесценная, Орлов, 1983; Заславский, 1984; Израэль, 1984; Факторы и механизмы..., 1989; Антипова, 1990; Евдокимов, 1990; Ландшафты, нагрузки..., 1990; Поведение поллютантов..., 1990; Авессаломова, 1992; и др.) и предложения по ее содержанию. Карта будет создаваться на основе данных о долговременных, устойчивых воздействиях на природу и их результатах. Планируется, что она должна отражать:

- комплексы природных и в разной степени преобразованных ландшафтов, связанных с различными видами использования территории, и их экологическое состояние;
- систему важнейших социально-экономических объектов (поселений, промышленных и горно-промышленных узлов и центров, транспортных коммуникаций) с оценкой их экологической опасности (Зоны хронического загрязнения..., 1992) по степени воздействий на природную среду;
- систему водных объектов и их экологическое состояние по комплексу индицирующих показателей;
- основные объекты системы государственных мероприятий по сохранению экологического и ресурсного потенциалов ландшафтов (территории и акватории особо охраняемые и ограничительного природопользования) и степень воздействия на них антропогенных факторов.

Проект легенды карты включает следующие блоки:

- ландшафты и их современное использование;

- население;
- экологическая обстановка в населенных пунктах;
- экологическая опасность транспорта;
- экологическое состояние вод суши и моря;
- экологическое состояние почв;
- экологическое состояние сенокосов и пастбищ;
- экологическое состояние лесов;
- экологическое состояние природных ландшафтов.

Сформулировано представление о последовательности разработки карты и организации работ по ее созданию. Карта предназначается для получения сопоставимых оценок экологических ситуаций. Поэтому она может стать единой базой для:

- экологической экспертизы федеральных проектов развития и строительства хозяйственных объектов и расселения;
- разработки научно обоснованных рекомендаций по рациональному природопользованию;
- определения природоохранных мер, включая ограничение и прекращение тех или иных воздействий на природную среду и население;
- планирования исследований по детальному изучению экологической обстановки в местах ее повышенной напряженности.

Особо важна роль карты для оценочного экологического зонирования территории, выявления центров и ареалов особо опасных нарушений природной среды. Карта может послужить основой создания федеральной эколого-географической автоматизированной информационной системы. В этом качестве данная карта масштаба 1:2 500 000 способна отразить последствия всех основных долговременных воздействий на природу страны, уже приведших к существенным изменениям в природных системах, а также современных негативных воздействий на эти системы.

8.2. Серия эколого-тематических карт России

Из множества предложений о создании эколого-тематических карт в данном разделе будет уделено внимание только двум, которые, на наш

взгляд, наиболее полно отражают по своему содержанию экологическую направленность.

Цель одной из предлагаемых разработок (Разработать серию эколого-тематических карт..., 1995) заключается в наглядном представлении в серии карт информации о ландшафтно-геохимических особенностях территории России для определения региональных экологических нормативов техногенных нагрузок, проведения эколого-геохимической экспертизы регионов, оценки условий жизни населения, обоснования возможности размещения различных отраслей с конкретными технологиями изъятия ресурсов и набором загрязняющих веществ в выбросах (сбросах, прочих отходах). Поскольку программой предусмотрено создание серии карт масштаба 1:4 000 000, на них невозможно показать все разнообразие геохимических показателей для локальных участков и компонентов природной среды. Поэтому предлагается система синтетических показателей и некоторых наиболее общих свойств территории для отражения важнейших особенностей геохимии природной среды (Ковальский, 1974; Глазовская, 1981; Блисковский, 1983; Добровольский, Гришина, 1985; Авессаломова, 1987; Глазовская, 1988; Ковда, 1989; Поведение поллютантов..., 1990; Дончева и др., 1992; Богданова и др., 1994; и др.).

За основу принят ландшафтный подход, для которого предлагается единая для всей России схема операционных единиц – природно-территориальных систем определенного иерархического уровня. На карте предлагается отражать относительно стабильные (консервативные) свойства ландшафтов - содержание набора типичных химических элементов и их соединений, и динамические его особенности - условия и интенсивность миграции и накопления химических веществ, а также некоторые специфические свойства геохимии окружающей среды регионов, имеющих важное значение для условий жизнедеятельности людей. Согласно этому, на карте предлагается отразить сведения по трем основным блокам информации:

- типы геохимических ландшафтов;
- ландшафтно-геохимические процессы;
- ландшафтно-геохимические аномалии.

Объектом картографирования выступают ландшафтно-геохимические формации – природно-территориальные системы с однотипными, законо-

мерно повторяющимися в пространстве полями рассеяния и концентрации определенных химических элементов и их соединений. Каждая формация обладает определенной структурой, свойствами и закономерностями развития по территории Российской Федерации. Эти знания позволяют прогнозировать устойчивость ландшафто-геохимических формаций по отношению к поступлению извне техногенных химических элементов и их соединений, позволяют обосновывать систему регионального эколого-геохимического мониторинга и определять предельно допустимые техногенные нагрузки.

Второй блок информации посвящен ландшафто-геохимическим процессам, происходящим на поверхности Земли под действием ряда факторов, способствующих перераспределению химических элементов. Наиболее интенсивно они реализуются до глубины зоны свободного водообмена. Отражение ландшафто-геохимических процессов заметно в интенсивности биологического круговорота веществ, соотношении различных элементов в геохимическом балансе территории, возможности и интенсивности водной миграции химических элементов. Это позволяет выявлять региональные и межрегиональные особенности миграции и аккумуляции определенных сочетаний химических элементов как в природных потоках, так и при техногенном воздействии, что может служить важной основой для регионального прогноза тенденций геохимического состояния природной среды.

Третий блок информации отводится ландшафто-геохимическим аномалиям – зонам повышенного или пониженного относительно фона содержания химических элементов или их соединений. На карте будут выделены:

- ландшафтно-геохимические ресурсы – аномалии, связанные с месторождениями полезных ископаемых;
- природные ландшафтно-геохимические аномалии, которые имеют важное значение для здоровья населения, нормального функционирования биоты, жизни животных и т.д.;
- техногенные ландшафтно-геохимические аномалии – области существования измененного геохимического фона под влиянием антропогенной деятельности.

На карте предлагается отразить основные районы техногенных загрязнений, районы и объекты с устойчивым повышенным содержанием химических элементов и их соединений в атмосфере, почве, грунте, биоте и природных водах.

К настоящему времени имеется в наличии необходимая картографическая и прочая информационная база для создания подобной карты. Составлена подробная ее легенда и отработана технология создания карты. Разработан ряд схем районирования территории Российской Федерации, подготовленных для концептуального обоснования содержания карты по:

- типам и классам геохимических ландшафтов;
- условиям водной миграции загрязнителей с учетом сухости климата, мерзлотных условий и окисляемости;
- условиям рассеяния загрязнителей водными и воздушными потоками;
- условиям разложения загрязнителей в атмосфере.

Вторая разработка – "Карта экологического состояния и опасности деградации почв и вод России". Для ее составления было предложено вначале отработать по отдельности два основных блока – почвы и воды, а затем свести их воедино с использованием принципов синтезирования. По этой причине на карте также было выделено два раздела – опасность деградации почв и опасность загрязнения вод.

Методологическая основа почвенного блока связана с отражением реакций почв на воздействие загрязнителя. В качестве концептуальной основы рассмотрена научная интерпретация свойств почв с позиций их влияния на поведение загрязнителя. Главной особенностью карты является отображение прогнозных опасных концентраций в почвах нескольких групп загрязнителей с разными свойствами. К выбранным для картографирования загрязнителям относятся:

- тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, V, Mo, Co, Cd, Ni и др.);
- нефть и нефтепродукты, представляющие собой полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);
- биоциды, включающие пестициды групп ДДТ, ГХЦГ, фунгициды, протравители семян, гербициды.

В качестве основных показателей, определяющих устойчивость почв к воздействию трех видов загрязнителей, используются состав и содержание гумуса, гранулометрический состав, окислительно-восстановительный потенциал, наличие/отсутствие геохимических барьеров, гидротермический режим, pH, микробиологическая активность, характеристики активности солнечной радиации. На карте предлагается отразить основные сочетания особенностей почв с опасными концентрациями органических загрязнений и загрязнений тяжелыми металлами. Зная поведение каждого из них в определенных почвенно-геохимических условиях, можно прогнозировать дальнейшее их поведение для оценки потенциальной опасности загрязнения почв.

Деградация вод связана прежде всего с реальным загрязнением поверхностных вод, которое отражается в составе донных осадков рек. Защищенность подземных вод от загрязнения оценивается по данным о литологическом составе и генезисе четвертичных отложений. Предложено выделение трех градаций естественной защищенности подземных вод:

- незащищенные;
- слабозащищенные;
- защищенные.

Динамика деградации почв и вод России отражается в донных отложениях, конечных звенях ландшафтно-геохимического сопряжения. Донные отложения являются чуткими индикаторами техногенной нагрузки и загрязнения водосборных площадей. Изучение их литогеохимических особенностей позволяет оценить характер (состав загрязнителей), степень и интенсивность техногенного воздействия на водные системы. На составляемой карте предполагается охарактеризовать пространственную дифференциацию загрязнения донных отложений тяжелыми металлами.

На завершающей стадии составления карты будет проведено синтезирование единиц картографирования устойчивости почв и защищенности подземных вод, что может стать реальной основой для разработки ряда вопросов экологической безопасности России.

8.3. Серия эколого-тематических карт Арктики

На территорию Арктики создан ряд экологических карт и намечены планы создания крупных картографических произведений с информацией о современном состоянии арктических и субарктических экосистем и их потенциале, перспективах их развития при различных вариантах изменений климата и хозяйственной деятельности человека в Арктике с отражением путей восстановления нарушенных экосистем, рекомендациями по рациональному природопользованию с целью улучшения здоровья и условий проживания человека, а также сохранения генофонда и биологического разнообразия растений и животных (Разработать обоснование структуры..., 1995).

В процессе работы над такой серией эколого-тематических карт Арктики авторы пришли к выводу о необходимости создания “Экологического атласа Арктики” для территории, ограниченной на юге северной границей сплошного распространения лесов. Предложена структура атласа, определены его тематические разделы, масштабы карт (1:10 000 000; 1:20 000 000 и 1:40 000 000 для основных карт и от 1:5 000 000 до 1:25 000 для карт-врезок) и число карт атласа – 161 наименование. Разработан макет атласа; в нем планируется три раздела.

1. Вводный, содержащий общие принципиальные положения, используемые при создании эколого-тематических карт, а также общую физико-географическую и административную карты региона и краткую текстовую характеристику природных условий Арктики.
2. Природно-экологический потенциал и современное состояние экосистем, в который войдут блоки:
 - антропогенное воздействие, факторы и источники;
 - климат;
 - земная поверхность, рельеф и геосистемы;
 - литосфера (вечная мерзлота);
 - почвенный покров;
 - растительный покров;
 - животный мир;
 - воды суши, дельты и эстуариев;

- океан, загрязнение водных масс;
- морская биота, антропогенные изменения.

3. Человек и рациональное природопользование, состоящий из трех блоков:

- демография;
- здоровье населения;
- охрана природы.

"Экологический атлас Арктики" будет крупным картографическим произведением, содержащим богатейшую информацию о современном состоянии арктических и субарктических экосистем и их потенциале. Он будет служить уникальным банком данных, отправной точкой для проведения в Арктике экологического мониторинга, а также базой для принятия решений по рациональному природопользованию и ликвидации последствий антропогенного пресса в экологически опасных частях региона.

8.4. Структура и содержание комплекта карт природных радионуклидов России масштаба 1:2 500 000

В России накоплен огромный материал о содержании естественных радиоактивных элементов в различных регионах. При создании большинства карт основной исходной информацией служили натурные гамма-спектрометрические съемки с самолетов, позволяющие создавать карты природного радиационного фона и очагов техногенного радиационного загрязнения.

Систематические аэrorадиоэкологические обследования территории Европейской части России начаты в 1986 г. после аварии на Чернобыльской АЭС. Аэрогамма-спектрометрическая съемка (АГС) выполняется высокочувствительными комплексами канадского (МАКФАР) и отечественного (СКАТ-77 и СТК) производства. Производятся съемки мелкого (1:1 000 000; 1:2 000 000; 1:5 000 000), среднего (1:200 000) и крупного (1:10 000 – 1: 50 000) масштабов. Мелкомасштабными съемками покрыта территория Кольско-Карельского региона, северо-востока Европейской части России, Предкавказья и Калмыкии, Хабаровского края и северного Зауралья; среднемасштабными – запад Европейской части России; круп-

номасштабными – территории с плотностью загрязнения почво-грунтов по ^{137}Cs более 0,5 Ки/км² и территории городов.

По материалам средне- и мелкомасштабных АГС к настоящему времени составлен комплект карт естественных радиоактивных элементов Европейской части России масштаба 1:2 500 000. На основе опыта ее разработки предлагается создание карты такого же масштаба на территорию всей России (Разработать структуру и содержание..., 1995). В ней планируется отразить 3 блока информации:

- удельная активность урана (радия), тория и калия (Бк/кг);
- мощность экспозиционной дозы гамма-излучения (мкР/час);
- радиационные дозы (дозовые нагрузки, мЗВ/год).

В соответствии с отечественными методическими рекомендациями и рекомендациями МАГАТЭ разработана система требований к комплекту специальных карт по АГС-данным. Они учитывают технологические особенности картосоставления, необходимые элементы точности карт, приемы и способы картографических изображений с учетом масштаба, наличия информации, особенностей используемой аппаратуры, вопросов метрологического обеспечения.

На всю территорию Российской Федерации для персональных ЭВМ создан комплект из 128 полистных компьютерных карт аэрогамма-спектрометрической изученности в номенклатуре масштаба 1:1 000 000. Пользователю предоставляется возможность посмотреть на экране монитора схему АГС-изученности России, а затем для выбранного листа получить карту с контурами съемок и подробную информацию по всем отмеченным участкам с указанием организации-исполнителя (их свыше 30) и года съемки. Система характеризуется открытостью для последующего обновления и наращивания. Для пользователей составлена подробная инструкция по работе с этими материалами на персональной ЭВМ.

Карта является весьма важным источником обеспечения организаций, занятых проблемами радиационной экологии, информацией о фоновых содержаниях радиоактивных элементов и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения естественных радиоактивных элементов на территории России. Она позволит выделять прежде всего селитебные участки с неблагоприятной радиоэкологической ситуацией, определять территории,

неблагоприятные для разработки месторождений стройматериалов, может служить основой для организации крупномасштабных работ по ведению радиационного мониторинга территорий.

8.5. Комплексное ландшафтно-экологическое картографирование территорий на разных уровнях с использованием аэрокосмических материалов

Отсутствие общепринятой методики ландшафтно-экологического картографирования и единого подхода к разработке и составлению таких карт, как было показано выше, обусловили необходимость уточнения объектов картографирования, в качестве которых рассматриваются природно-территориальные комплексы в их современном состоянии и антропогенные факторы, воздействующие на природную среду. Комплексное ландшафтно-экологическое картографирование, проводимое дистанционными методами, предполагает в качестве первоочередного этапа исследований разработку концепции и принципов ландшафтно-экологического картографирования. До сих пор нет не только единой методической и теоретической (в том числе терминологической) базы, но существуют значительные расхождения и в самом представлении об экологическом картографировании. Все это приводит к необходимости создания обобщающих методических рекомендаций по этому виду тематического картографирования.

В рекомендациях, разработанных коллективом авторов (Разработать методику комплексного..., 1995), даны определения основных понятий и терминов, рассмотрены концепция и виды ландшафтно-экологических карт территорий федерального, регионального и локального уровней, создаваемых на основе космических фотоматериалов. В качестве основного принят ландшафтный подход инструментально-визуального дешифрирования исходной космической информации, пригодный для разработки карт масштабов: 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000 и 1:1 000 000. Ландшафтно-экологические карты используются для экологической оценки ландшафта как целостного природного образования и как сферы обитания животного населения, растительности и особенно человека. При этом оценивается степень антропогенной нарушенности

ландшафта, в том числе и собственно техногенной, исходя из его природного потенциала.

Отличие ландшафтно-экологического картографирования от экологического (в широком смысле слова) выражается в подходе к выделению объекта картографирования. Объектами экологического картографирования могут быть как элементы и компоненты ландшафта, например атмосфера, вода, растительный или почвенный покров и т.д., которые определяют экологические условия жизни биоты, в том числе и человека, так и экологические ситуации, природно-хозяйственные конфликты и пр., которые изменяют природные экологические условия.

Объект ландшафтно-экологического картографирования – ландшафт, либо природно-территориальный комплекс другого ранга, для которых осуществляются экологические оценки, нормируется его состояние и выявляется степень антропогенного воздействия. В качестве оценочных единиц также могут служить типологические и региональные единицы, сгруппированные либо по однотипности реакции и восприятию воздействия (например, по потенциалам устойчивости и самоочищения) или по типу воздействия на ландшафт (например, по типам техногенных воздействий, присущих тому или иному хозяйственному использованию ландшафта).

Огромная информационная емкость материалов дистанционного зондирования делает их пригодными для отражения большого комплекса взаимосвязанных, взаимовлияющих факторов. Учет их и заставляет использовать системный подход к разработке экологических карт, создавая их на ландшафтной основе. Еще одна проблема – экологические карты должны быть достаточно оперативно разработаны и объективно отражать существующие на текущий момент состояния природной среды. В этом заключается основная особенность использования аэрокосмической информации, как наиболее оперативных и объективных исходных материалов для ландшафтно-экологического картографирования (Баррет, Куртис, 1979; Виноградов, 1981, 1984; Григорьев, 1985; Методические рекомендации по дешифрированию..., 1988; Методические рекомендации по картографированию..., 1988; Востокова и др., 1992; Экологическое картографирование..., 1994; и др.).

Важную составную часть ландшафтно-экологических исследований представляет разработка критериев оценки современного состояния природно-территориальных комплексов, допустимого уровня нагрузки (не приводящей к необратимым изменениям ландшафта), благоприятности или неблагоприятности экологической ситуации для жизни как животного населения и растительности, так и человека. Выбор критериев базируется на учете структурно-функциональных связей в геосистемах, обеспечивающих устойчивость, адаптацию и оптимальное развитие биоты и человека. В качестве критериев можно рассматривать:

- биопродуктивность,
- степень накопления токсичных соединений,
- сохранность генофонда,
- степень нарушенности горизонтальных и вертикальных связей в ландшафте,
- формирование экологически опасных сред обитания биоты и особенно человека.

Ландшафтно-экологические карты, создаваемые на основе аэрокосмической информации, обладают рядом своеобразных черт:

- использование космических снимков не требует генерализации крупномасштабных карт природы и поэтому дает возможность избегать связанных с этим субъективных ошибок, так как космические снимки характеризуются объективной оптической генерализацией объектов земной поверхности;
- тематическое картографирование на начальных этапах проводится от общего к частному. При использовании материалов космических съемок первоначально проводится выделение крупных ландшафтных единиц, затем внутри них – уже более детальная дифференциация территории. Таким образом, осуществляется более объективный подход к классификации картографируемых объектов, что находит отражение в построении легенд к таким картам;
- космические снимки, обладающие высоким разрешением на местности и обзорностью, позволяют объективно установить закономерности в распределении ландшафтов, их взаимосвязях и взаимовлияниях. По ним можно проследить характер проявления

таких экзогенных процессов, как эрозия, эоловый перенос пылево-песчаного материала, засоление, заболачивание и др.;

- по материалам космической съемки можно непосредственно дешифрировать антропогенные объекты и прослеживать ареалы их воздействия на прилегающие территории, что позволяет оценить степень антропогенной измененности или нарушенности ландшафтов;
- при использовании космической информации существенно исключается наиболее трудоемкий процесс наземных исследований, необходимый при традиционном тематическом картографировании, который замещается дешифрированием космических снимков в камеральных условиях. Полевые исследования служат преимущественно только для контроля за разработанными эскизами или макетами карт.

Результаты частных и интегральных оценок ландшафтов составляют концептуальную основу ландшафтно-экологических карт, содержание и масштаб которых определяется задачами конкретных исследований. Так, например, при разработке экологической карты Монголии для оценки современного состояния природных экосистем и степени воздействия на них антропогенных факторов была принята единая пятибалльная система оценок, построенная по ряду критериев с учетом нарушенности микро- и мезоформ рельефа, почв и растительности.

В ряде случаев для оценки экологической ситуации с антропоценетических позиций целесообразно использовать нормативы, принятые для санитарно-гигиенической оценки некоторых компонентов (ПДК для воздуха, вод, почв, рыбохозяйственные нормы и правила, нормы и правила охраны растительного и животного мира).

Особое место в комплексном ландшафтно-экологическом картографировании занимают крупномасштабные экологические карты городов, создаваемые прежде всего с использованием материалов аэрофотосъемки. При ландшафтно-экологическом картографировании городской среды основной целью является оценка состояния природно-техногенных городских комплексов для районирования городских территорий по степени сложившейся экологической опасности для здоровья человека. Основное внимание должно быть обращено на степень загрязненности атмосферы,

вод и почв токсичными веществами. На первый план выступают ландшафтно-геохимические исследования, предваряющие работы по созданию ландшафтно-экологических карт городских территорий.

На основе обобщения опыта разработки ландшафтно-экологических и экологических карт, выполненных на основе дешифрирования аэрокосмической информации, сформулированы основные принципы ландшафтно-экологического картографирования:

1. Учет региональных физико-географических и социальных условий (принцип региональности). Поставлен вопрос о настоящей необходимости разработки региональных программ планирования использования и охраны природных ресурсов и их картографического обеспечения. Экологические проблемы отдельных регионов Российской Федерации и обеспечивающие их экологические карты должны быть направлены на изучение современного состояния природной среды и разработку экологического прогноза развития экосистем региона с целью практического решения вопроса сохранения разнообразия биоты, обеспечения воспроизводства биологических ресурсов и поддержания экологического баланса для региона в целом. Как показывает опыт, наличие таких карт служит первым и необходимым условием разработки и реализации региональных экологических программ.
2. Базирование на изучении внутри- и межландшафтных взаимосвязей, комплексный, системный подход к составлению экологических карт. Системно-методологический принцип построения ландшафтно-экологических карт наиболее полно реализуется при использовании космической информации. Это находит отражение в возможности построения серий взаимосвязанных и взаимодополняющих карт современного экологического состояния и оценки антропогенной нарушенности экосистем и ландшафтов. Разрешающая способность космических снимков и объективная генерализация земной поверхности, свойственная им, позволяют выявлять элементы и структуру территориальных систем различных рангов и представляют широкие возможности для создания серий согласованных экологических карт от крупного до мелкого масштабов.
3. Принцип оперативности, который означает использование скоростных методов картографирования для объективного отражения совре-

менного состояния экологических условий и ландшафта в целом. Скорость и быстротечность антропогенных изменений экологической обстановки требуют использования соответствующих оперативных методов изучения и картографической фиксации происходящих процессов. К числу скоростных методов тематического картографирования относятся дистанционные, основанные на использовании материалов постоянно повторяющейся аэрокосмосъемки, прежде всего сканерной и радиолокационной.

Большие возможности также представляет космическая фотоинформация. Благодаря высокой разрешающей способности исходных снимков, возможности их увеличения в 10–20 раз без потери качества изображения, а также практически мгновенному охвату обширных площадей, она может быть использована для создания экологических карт различных масштабов, территориального охвата и содержания. Но наиболее целесообразно использование этой информации при создании карт современного состояния и антропогенной измененности ландшафтов.

Космические изображения, полученные в результате съемки в разных диапазонах электромагнитного спектра, в целом имеют достаточно высокую экологическую информативность. Они позволяют получить полную контурную нагрузку карты и свыше 50% необходимых для создания ландшафтно-экологических карт данных специального содержания (характера современных ландшафтов, их распределения по территории картографирования, степень антропогенной нарушенности, виды и степень развития экзогенных процессов, виды хозяйственного использования земель и основные факторы, нарушающие природную среду и др.).

Современные методы дистанционного зондирования Земли включают съемки в нескольких узких диапазонах волн, выполняемых синхронно по трем, шести и более каналам. Экологическая информативность многозональных снимков, полученных в разных зонах электромагнитного спектра, может быть весьма различной и поэтому такие изображения пригодны, прежде всего для изучения конкретных объектов, имеющих в определенной зоне спектра оптимальные контрасты.

Необходимо учитывать естественные ограничения космических изображений:

- разрешение на местности используемых снимков должно учитываться при разработке карт заданного масштаба;
- искажения пространственных размеров объектов по краям нетрансформированных среднемасштабных снимков за счет кривизны поверхности Земли;
- изменения освещенности, следовательно фототона или цвета изображений по краям снимка;
- наличие облачности, покрывающей значительную часть площади изображения;
- наличие на всей площади изображения мощного снежного или ледового покрова, затрудняющего интерпретацию наземных природных комплексов.

Общие вопросы методики комплексного ландшафтно-экологического картографирования на основе аэрокосмической информации включают технологическую схему работ, перечень обязательных исходных материалов, конкретные методические приемы ландшафтно-экологического картографирования. Особо рассмотрена специфика ландшафтно-экологического картографирования территорий на федеральном, региональном и локальном уровнях.

Предлагаемая методика создания ландшафтно-экологических карт на основе космической фотоинформации разного масштаба рассчитана на географов и экологов, разрабатывающих карты для планирующих организаций и администрации регионов, для планирования природоохранных, строительных, мелиоративных, рекультивационных и других мероприятий, в том числе для районных и городских планировок, организации национальных парков и заповедников.

9. КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ

Атлас создается как фундаментальное картографическое произведение научно-справочного типа, призванное удовлетворить многообразные запросы научных организаций, органов управления и практической деятельности, потребности образования и культуры в области охраны природы и здоровья населения России и ее регионов. В разработке авторских материалов участвовали специалисты из многих организаций страны (Приложение 2).

При разработке содержания “Экологического атласа России” (Разработать макет..., 1995) авторы исходили из концепции экологии как широкой системы знаний, охватывающей различные аспекты взаимосвязей, отношений и взаимного развития природы и общества. Они одновременно рассматриваются с общеэкологических позиций как антропоценетические (т.е. оцениваемые с точки зрения условий жизни и деятельности человека) и натуралистические (оцениваемые как условия сохранения и восстановления природы России) факторы и условия. Оба аспекта органически взаимосвязаны и выступают в атласе совместно, отличаясь в конкретных сюжетах лишь приоритетом того или другого аспекта.

В Атласе предусмотрены карты природной и социально-экономической тематики, комплексные эколого-географические карты, карта районирования России по экологической напряженности, широко используются текстовые и иллюстративные материалы, главным образом космические снимки. Это отвечает современным тенденциям мирового атласного картографирования, повышает познавательный, научно-методический и культурно-воспитательный потенциал Атласа.

Создан макет Атласа включающий 5 тематических разделов. Атлас содержит 27 листов основного содержания, в том числе 60 карт, и около 60 космических снимков. Подготовлены авторские материалы по картам Атласа. Карты распределены по разделам Атласа следующим образом:

1. Вводный раздел – 5 листов (8 карт).
2. Условия формирования экологической обстановки. Антропогенные воздействия и изменения природной среды – 8 листов (15 карт).

3. Экологическое состояние природной среды и демоэкологическая обстановка – 13 листов (35 карт).
4. Стратегия экологического равновесия – 1 лист (2 карты).
5. Справочные сведения.

Такое соотношение разделов обеспечивает приоритет непосредственной характеристики экологического состояния страны в различных ее аспектах, что особенно важно для практического использования Атласа в научных, управленческих, образовательных и иных целях.

Для каждой карты Атласа была разработана краткая программа, определяющая тематическое содержание карты, способы картографического изображения, источники составления и исполнители. Все программы были утверждены Секцией экологического картографирования НТС Минприроды России.

Рукописные варианты серии аналитических карт в основном составлены к концу 1995 г. На их основе в 1996 г. ведется разработка четырех интегральных карт: эколого-географической, демоэкологической, кризисных экологических ситуаций, охраны природы. Выбраны 3 уровня детальности и соответствующие им масштабы картографирования различных явлений, объектов и экологических показателей – 1:10 000 000, 1:15 000 000 и 1:20 000 000.

Начаты предварительные работы по созданию ГИС-версии атласа. Они включают разработку цифровых общегеографических основ тематических карт Атласа. Разработана общая технологическая схема ввода данных в ЭВМ, обеспечивающая порядок согласования различных карт. Учитывая необходимый уровень детальности и особенности содержания отдельных тематических карт, предложено 8 типовых основ для трех основных масштабов.

Для планирующегося создания электронной версии Экологического атласа на основе российского пакета GeoDraw/GeoGraph создана компьютерная база для различных типов географических основ. Система ее управления позволяет видоизменять отдельные слои, компоновать их вместе и на их основе создавать компьютерные тематические карты различной сложности. В настоящее время оцифрованы следующие слои – бере-

говая линия всех морей, гидрография (более 5 тыс. объектов), административно-территориальные границы областного и районного уровней, города, железные и автомобильные дороги, нефте- и газопроводы.

Большое внимание было уделено ряду важных моментов, от которых зависит успешная реализация процесса подготовки Атласа. Прежде всего, это оптимальная последовательность составления карт и их согласование, а также единая технологическая схема его создания.

Ниже приводятся краткие аннотации ряда предлагаемых к разработке карт "Экологического атласа России" с отражением основных теоретических аспектов конкретных сюжетов и описанием систем показателей, отражающих экологическую сущность карт.

9.1. Вводный раздел

"*Природоохранные организации, ведомства, экологические центры*" (масштаб 1:20 000 000). На фоне административного деления Российской Федерации показываются местоположения государственных, научных и общественных организаций, деятельность которых связана с решением экологических проблем и охраной природы.

Схема "*Организация охраны природы в Российской Федерации*" показывает вертикальное и горизонтальное соподчинение этих организаций.

"*Экологический потенциал ландшафтов*" (масштаб 1:15 000 000). При создании карты авторы исходили из того, что ландшафт как целостная территориальная система обладает определенным экологическим потенциалом, т. е. качеством среды обитания, способностью в той или иной мере обеспечивать живущее в нем население необходимыми средствами существования, а кроме того - условиями труда на открытом воздухе, возможностями для организации отдыха (рекреационными ресурсами) и лечения (климатотерапия, бальнеологические и лечебные грязевые ресурсы), эстетическими качествами и предпосылками для культурного развития.

Отражена присущая каждому ландшафту та или иная степень устойчивости к антропогенным воздействиям. В понятие "устойчивость" входит способность к сохранению сложившейся естественным путем структуры, восстановлению после нарушения (например, после вырубки леса), само-

очищению от техногенных загрязнений и т.п. Разработана система показателей для сравнительной комплексной экологической оценки ландшафтов, и в соответствии с этими показателями все ландшафты сгруппированы в типы по качеству природной среды. Сложность задачи экологической оценки ландшафтов определяется многообразием признаков (критериев) этой оценки и невозможностью найти для них какую-либо общую единицу измерения.

Для экологической оценки территории страны, когда важно выявить наиболее существенные региональные различия в качестве среды обитания, отвлекаясь от многочисленных частных и локальных особенностей, роль важнейших критериев приобретают факторы тепло- и влагообеспеченности. Они имеют не только универсальное и непосредственное экологическое значение, но и определяют территориальную дифференциацию многих других экологических показателей, в том числе биогеохимических и биологических. От соотношения тепла и влаги зависит биологическая продуктивность, характер растительного покрова, включая наличие или отсутствие лесов, распространение природно-очаговых заболеваний и т.д.

Существует много разных способов интегрального выражения соотношений тепло- и влагообеспеченности. Для этих целей авторами использовался так называемый показатель биологической эффективности климата, предложенный Н.Н. Ивановым. Этот показатель представляет собой произведение суммы активных температур выше десяти градусов по Цельсию, выраженный в сотнях градусов и коэффициента увлажнения. Последний, предложенный также Н.Н. Ивановым, отражает отношение годовой суммы осадков к годовой величине испаряемости, рассчитываемой с учетом годового хода температуры и относительной влажности воздуха. Таким образом, показатель биологической эффективности климата синтезирует важнейшие климатические параметры – температуру, относительную влажность воздуха и количество атмосферных осадков.

С учетом изложенных соображений на территории России выделено 47 типов ландшафтов с различными сочетаниями основных природных условий жизни населения и разным экологическим потенциалом.

"Использование земель" (масштаб 1:10 000 000). На карте показываются основные формы использования земель и их территориальные сочетания. В соответствии с их функциональной структурой выделяются:

- пашни орошаемые и неорошаемые;
- многолетние плодовые насаждения;
- пастбища;
- сенокосы (улучшенные и неулучшенные).

Лесные земли (леса, редколесья, кустарники и т.п.) подразделяются на 3 функциональные группы (I, II, III и резервные). Отдельно выделяются лесные земли, используемые в качестве пастбищ.

Земли под городской застройкой и транспортными магистралями показываются внemасштабными знаками.

В последнюю группу объединяются неиспользуемые земли (пески, солончаки, болота, полярные пустыни). Отдельно выделяются заповедники.

"Хозяйственная освоенность ландшафтов" (масштаб 1:20 000 000). На карте отображается оценка ландшафтов по степени и характеру современного хозяйственного освоения территории. Основой содержания является классификация ландшафтов на Ландшафтной карте СССР масштаба 1:4 000 000.

Типологические группы ландшафтов выделены по показателям двух категорий:

- фоновому освоению, т.е. площадному соотношению основных типов использования земель (обрабатываемые площади; территории, используемые в сельском хозяйстве экстенсивного типа, без обработки; лесные площади, прошедшие длительную стадию эксплуатации и занятые устойчивыми производными насаждениями или восстановительными сукцессионными древостоями и т.д.);
- очаговому освоению, связанному с урбанизацией и индустриализацией.

9.2. Условия формирования экологической обстановки. Антропогенные воздействия и изменения природной среды

Этот блок информации связан с отражением условий формирования экологической обстановки. Здесь дается характеристика различных антропогенных воздействий, оказывающих существенное влияние на фор-

мирование экологической обстановки в конкретном регионе. Предлагается следующая серия карт:

"Воздействие обрабатывающей промышленности" (масштаб 1:10 000 000). Основными объектами картографирования служат промышленные узлы и центры с характерными для них отраслями промышленности и их сочетаниями. Выделяются в первую очередь те отрасли обрабатывающей промышленности, негативное воздействие которых на окружающую среду является преобладающим.

Разработка критериев оценки воздействия базируется на результатах комплексного анализа всех видов промышленных выбросов, их источников, видов загрязняющих веществ, класса опасности и величины превышения ПДК каждого из этих веществ. Особое внимание уделяется эффекту совместного действия загрязняющих веществ. На основе критериев оценки картографируемые объекты классифицируются на низкий, умеренный, высокий и очень высокий уровни воздействия. Поскольку выбросы обрабатывающей промышленности оказывают негативное воздействие на территории, нередко удаленные от источников промышленного загрязнения на сотни километров, на карте выделяются устойчивые ареалы или зоны сильного воздействия.

"Воздействие атомной энергетики" (масштаб 1:15 000 000). На карте показываются стационарные АЭС. Указывается тип реакторов, их число, мощность, год ввода в эксплуатацию. Размещение АЭС отражается на фоне ареалов плотности населения, для получения представления о численности населения, попадающего в зону наибольшей опасности в случае аварийного выброса радиоактивных веществ. По каждой АЭС показывается число и характер аварийных ситуаций, уже произошедших на станциях.

"Воздействие горнодобывающей промышленности" (масштаб 1:10 000 000). Площади в районах добычи, подвергаются сложному комплексу воздействий: механических, химических, тепловых, радиационных. Но в большинстве случаев ведется учет только механического нарушения земель.

На рассматриваемой карте воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую среду предлагается оценивать по двум параметрам:

- степени нарушенности земель в зависимости от способа и объема добычи минерального сырья;
- степени токсичности добываемого и сопутствующего сырья и продуктов его обогащения.

В качестве обобщающего показателя, характеризующего степень механических нарушений литосферы, используется площадь нарушенных земель или данные об объеме добычи сырья. Будут выделены 4 оценочные категории степени нарушенности земель (табл. 4).

Таблица 4

Степень нарушенности земель по объектам горнодобывающей промышленности

Степень нарушенности земель	Площади нарушенных земель (тыс. га)	Объем добычи сырья (млн. т)
очень сильная	более 5	более 1000
сильная	5 – 1	1000 – 100
средняя	1 – 0,1	100 – 10
незначительная	0,1 – 0,01	менее 10

Степень экологической опасности центров добычи определялась по классам опасности. Выделено 5 градаций: низкая, умеренная, повышенная, высокая, очень высокая.

"Воздействие транспорта на окружающую среду" (масштаб 1:10 000 000). Объектами экологической оценки на карте являются населенные пункты и территории вдоль железных и автомобильных дорог. В зависимости от объема перевозок, видов транспортируемых грузов, величины выбросов автотранспорта, обладающих высокой химической активностью и токсичностью, каждый населенный пункт может быть охарактеризован определенной степенью опасности экологического воздействия всех видов транспорта.

Предлагается выделять группы населенных пунктов с очень высокой, высокой, умеренной и низкой экологической опасностью. Например, группу с очень высокой степенью опасности составляют, во-первых, крупнейшие города России, включающие узловые и сортировочные железнодорожные станции, морские (речные) порты, крупные аэропорты, в том числе и международные. Общий грузооборот в таких пунктах (без внутригородского) может достигать 50 млн. т в год. Во-вторых, к этой группе относятся крупнейшие железнодорожные узлы, морские (речные) порты с общим грузооборотом свыше 20 млн. т в год при значительной доле загрязняющих грузов. К группе с низкой степенью опасности относятся прочие значительные транспортно-распределительные пункты с грузооборотом менее 1 млн. т в год при выбросах автотранспорта в атмосферу менее 20 тыс. т в год.

Основанием для оценки экологической опасности загрязнения территорий вдоль транспортных магистралей является, во-первых, сочетание числа магистралей разных видов транспорта и, во-вторых, загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, почвенного и растительного покрова, связанные с работой транспорта, подвижным составом и транспортируемыми грузами. В соответствии с этим выделяется очень высокая, высокая и умеренная опасность загрязнения территорий, прилегающих к транспортным коммуникациям. Так, высокая степень экологической опасности воздействия транспорта на окружающую среду создается сочетанием трех и более магистралей разных видов транспорта с большой пропускной способностью: железная дорога с грузопотоком более 20 млн. т в год, федеральная автодорога с интенсивностью движения до 20000 автомашин в сутки в обоих направлениях в сочетании с несколькими нитками трубопроводов большого диаметра, либо более четырех ниток трубопроводов большого диаметра, в том числе в сочетании с железной дорогой. Общая ширина загрязняемой полосы при таких сочетаниях может быть более 3 км.

На карте не показываются территории вдоль отдельных видов путей сообщений, где перевозки загрязняющих грузов и интенсивность движения не представляют значительной экологической опасности.

"Воздействие трубопроводного транспорта" (масштаб 1:15 000 000). Нефте-, нефтепродукто- и газопроводы оцениваются, в

зависимости от числа ниток, диаметра труб и сроков эксплуатации по степени экологической опасности на 3 категории:

- высокая – более 3 ниток разного диаметра;
- средняя – 2 нитки большого диаметра (1020, 1220 мм);
- низкая – 1–2 нитки с диаметром до 820 мм.

Косвенным признаком опасности является год ввода в эксплуатацию трубопроводов, возможные последствия аварийных ситуаций связаны с видом перемещаемых грузов. Кроме того, показываются нефте- и газоперерабатывающие заводы, представляющие особую опасность. Все эти объекты также предлагаются отразить на данной карте.

"Воздействие сельскохозяйственного производства на природную среду" (масштаб 1:10 000 000). На карте отражаются различные формы воздействия сельскохозяйственного производства (земледелия и животноводства) на элементы природной среды (почвы, растительный покров, поверхностные воды) и оценивается экологическая опасность воздействия сельского хозяйства на природную среду.

Карта отражает типологию сельскохозяйственного производства, разработанную на основе системы признаков, обуславливающих экологическую ситуацию на сельскохозяйственных землях. К таким признакам относятся особенности применяемых систем земледелия и животноводства:

- уровень интенсивности сельского хозяйства;
- тип структуры посевных площадей с разной долей сельскохозяйственных культур определенного уровня экологического воздействия на землю;
- размеры механического воздействия на почвенный покров в процессе механизированной обработки;
- уровни внесения минеральных, органических удобрений и пестицидов;
- объемы применяемых водных мелиораций;
- плотность поголовья сельскохозяйственных животных и особенности их содержания и др.

С учетом типов сельскохозяйственного производства рассчитаны параметры техногенного воздействия на природную среду. Карта может служить для обоснования экологически оптимальных режимов сельскохозяйственного природопользования, разработки конкретных мероприятий по ликвидации неблагоприятных экологических последствий сельского хозяйства в разных районах России.

"Лесопользование" (масштаб 1:10 000 000). На карте предлагается отобразить данные о расчетных лесосеках (допустимой норме рубки) и фактическом объеме рубки в площадных (тыс. га) и объемных (млн. м³) показателях по субъектам Российской Федерации. Дополнительно предполагается показать многолетние зоны основных лесозаготовок, в том числе в горных районах, в зоне вечной мерзлоты. Будут показаны районы, где в результате рубок леса и недостаточных объемов лесовосстановления сложилась неблагоприятная экологическая обстановка, произошла на значительных площадях смена коренных типов насаждений на производные, менее устойчивые.

"Лесные пожары" (масштаб 1:20 000 000). На карте предполагается показать: среднегодовую (за 1984–1993 гг.) горимость и частоту лесных пожаров на активно охраняемой от пожаров общей площади лесного фонда субъектов Российской Федерации. Средняя горимость, т.е. процент пройденной пожарами общей площади лесного фонда по субъектам Федерации от всей активно охраняемой площади, изображается по шести степеням. Частота лесных пожаров, т.е. число лесных пожаров на 1 млн. га общей площади лесного фонда, активно охраняемой от пожаров, изображается также по шести степеням по субъектам Российской Федерации. Кроме того, на карту наносится граница активно охраняемой от пожаров территории лесного фонда России.

"Пожарная опасность лесов" (масштаб 1:20 000 000). На карте предполагается показать класс пожарной опасности (степени опасности возникновения лесных пожаров) лесного фонда с обобщением по субъектам Российской Федерации. Выделяются 5 классов пожарной опасности лесного фонда. Дополнительно на карту наносится граница земель лесного фонда.

"Потенциальные источники радиационного загрязнения природной среды" (масштаб 1:10 000 000). Показываются все виды потенциальных источников радиационной опасности:

- промышленные предприятия производящие ядерные материалы;
- места захоронения и хранения радиоактивных материалов в земле и акваториях;
- места ядерных взрывов, осуществляемых в народнохозяйственных целях;
- атомные реакторы в научно-исследовательских организациях;
- базы атомного флота;
- полигоны по испытанию ядерного оружия и для запуска ракет и т. д.

Все объекты показываются внemасштабными знаками.

9.3. Экологическое состояние природной среды и демоэкологическая обстановка

Данный блок образует серия карт, отражающих связи экологического состояния природной среды и антропогенной деятельности. В него входят карты:

"Экзогенные процессы" (масштаб 1:10 000 000). Выделяются площади с развитием определенных комплексов современных экзогенных процессов (выветривание и элювиообразование, склоновые, флювиальные, криогенные, гляциальные, эоловые, инфильтрационные, биогенные, пирогенные, ударно-взрывные и береговые). Выделены 2 основных раздела:

- зональные и зонально-провинциальные типы спектров экзогенных геоморфологических процессов;
- области и условия активизации природных, природно-антропогенных и антропогенных процессов с подразделами:
 - а) условия активизации природных экзогенных процессов (сейсмическая обстановка, цунамиопасные области, ветроопасные области, и др.); б) области распространения опасных и катастрофических процессов; в) области активизации природно-антропогенных процессов в крупных городах, в ареалах измене-

ний или частичной смены природных процессов антропогенными, в зонах влияния водохранилищ и т.д.

На карте показываются распределение и степень напряженности экзогенных процессов.

"Активизация криогенных процессов при антропогенных воздействиях" (масштаб 1:10 000 000). В пределах развития вечной мерзлоты (криолитозоны) выделяется 4 типа территории с различной степенью активизации криогенных процессов: относительно слабой, умеренной, средней, сильной. Показываются процессы, которые развиваются в результате техногенеза: термокарст, термоэррозия, термоабразия, солифлюкция, курумообразование, пучение, наледеобразование.

"Потенциальная устойчивость ландшафтов криолитозоны на территорию Западной Сибири" (масштаб 1:10 000 000). Основой оценки степени устойчивости ландшафтов криолитозоны является покомпонентный анализ влияния ведущих природных факторов на снижение устойчивости ландшафтов под действием техногенных нагрузок. Учитывается расчлененность рельефа и условия развития криогенных процессов, литологический состав пород, температура мерзлотных грунтов, льдистость, растительность (степень восстановляемости), глубины сезонного промерзания и протаивания, экзогенные криогенные процессы.

Влияние каждого компонента оценивается в баллах. Выделены 4 градации по степени их отрицательного влияния: не влияет – 1 балл, слабо влияет – 2 балла, заметно влияет – 3 балла, нарушает – 4 балла. Интегральное влияние оценивается суммой баллов.

"Экологическое состояние речных русел" (масштаб 1:20 000 000). С целью разработки единой оценки экологической ситуации пойменно-русолового комплекса рек России выделены основные явления и процессы, оказывающие наиболее заметное влияние на экологическое состояние русел и пойм рек и вызывающие их неблагоприятные изменения. Представлены обобщенные показатели, учитывающие влияние каждого частного явления и процесса.

В качестве факторов экологического состояния учитывались:

- для крупных рек: механические изменения русла, размывы берегов, использование русел в качестве коллекторов сточных вод, изменения пойменных ландшафтов, влияние водохранилищ;
- для средних и малых рек: заиление, размывы берегов, сезонное пересыхание, уменьшение водоносности, изменение пойменных ландшафтов, механические изменения пойм в промзонах.

Для каждого фактора определен весовой коэффициент, с учетом которого рассчитывается общая 5-балльная оценка экологической напряженности.

"Антропогенные изменения речных русел" (масштаб 1:10 000 000). Карта отражает изменения речных русел в результате деятельности человека на фоне характеристики устойчивости русел рек к антропогенному воздействию.

На крупных реках экологическая обстановка определяется механическими изменениями их русел, происходящими в результате строительства инженерных объектов на берегах и в самих руслах, выправления участков русел и дноуглубления для нужд судоходства, разработки карьеров стройматериалов и т.д.; кроме того, большое значение имеет использование речных русел в качестве водоприемников сбросных (коллекторных) вод, а также их пересечение коммуникациями, застройками и т.п. Сильно изменяет русла крупных рек и сельскохозяйственное освоение пойм. Целый ряд негативных явлений связан с существованием на реках крупных гидроузлов. Сходные изменения происходят и на средних реках.

Антропогенные изменения на малых реках связаны в основном с заилением и деградацией русел как следствием эрозии почв на распаханных водосборах. Кроме того, малые реки особенно страдают от избыточного водозaborа на орошение. Изменения русел горных и полугорных рек связаны главным образом с разработкой рассыпных месторождений полезных ископаемых.

Антропогенные изменения речных русел и связанная с ними экологическая напряженность зависят не только от деятельности человека, но и от устойчивости русел к негативному воздействию. Поэтому дается фоновая характеристика размыва берегов крупных рек (в м/год) и размываемости (способности к размыву) берегов средних и малых рек.

Оценка антропогенной освоенности крупных рек состоит в ранжировании их русел по степени механического изменения и интенсивности размыва берегов. По степени механического изменения выделяются русла: с очень сильными механическими изменениями (более 90% длины реки), сильными (50-90% длины реки), средними (25-50% длины реки), слабыми (10-25% длины реки), очень слабыми (до 10% длины реки). По интенсивности размыва выделяются берега: очень сильно размываемые (более 10 м/год), сильноразмываемые (5-10 м/год), среднеразмываемые (2-5 м/год), слаборазмываемые (до 2 м/год) и неразмываемые. Отдельно выделяются механические изменения пойм рек в промышленных узлах и районах добычи полезных ископаемых, а также полное сельскохозяйственное освоение пойм (изменения очень сильные и сильные). Отмечены реки-водоприемники с полностью размытым руслом.

Оценка антропогенной освоенности средних и малых рек осуществлена путем районирования территории: по степени деградации рек и по размываемости русел рек. В первом случае выделены:

- районы с очень большой заиленностью большей части малых рек и обмелением средних;
- районы с сильной заиленностью малых рек при частичном сохранении нормального стока;
- обмеление средних рек;
- районы со средней заиленностью рек (чередование заиленных и незаиленных участков);
- районы со средней, преимущественно естественной, деградированностью рек;
- районы с сохраненной речной сетью.

Во втором случае выделены районы:

- с повсеместно и интенсивно размываемыми берегами (скорость размыва 5-10 м/год, в экстремальных случаях до 30-70 м/год);
- с чередованием размываемых и неразмываемых берегов в областях распространения неоднородных четвертичных пород: рыхлых и пластичных;

- с чередованием неразмываемых и размываемых пород (выходы скальных пород при высокой тектонической раздробленности региона);
- с устойчивыми к размыву скальными и глинистыми берегами.

Серия карт под общим названием "*Влияние крупных водохранилищ на русловые процессы*" (масштаб 1:5 000 000 – 1:7 000 000). Карты характеризуют крупные реки с зарегулированным стоком и водохранилищами, относятся к районам высокой степени экологической напряженности. Волга, Кама, Ангара, Енисей и другие реки превращены в каскады водохранилищ, что вызвало глубокие изменения всех окружающих природных систем. Обычно эти изменения предусматривались уже в проектах, тем не менее, многие последствия оказались непредвиденными.

Зона влияния крупного гидроузла охватывает собственно водохранилища, участки нижнего бьефа плотины и переменного подпора. Река на всем протяжении водохранилища перестает существовать, заменяясь слабопроточным водоемом, в котором аккумулируются глинисто-илистые частицы. Ниже плотины задерживается транзитный сток наносов; срезка пика половодья меняет характер взаимодействия потока и русла, смещает во времени и видоизменяет в пространстве переформирование русел. В нижних бьефах ярко проявляется трансгрессивная глубинная эрозия. Плотина останавливает поток, выше нее простирается зона переменного подпора, где периодически речные условия сменяются озерными.

Серия карт на крупные водохранилища имеет единое представление. Их легенды включают следующие параметры:

- длину мелководно-осушной зоны, т.е. влияние переменного подпора (3 градации);
- повышение уровней воды в результате аккумуляции и наносов (3 градации);
- срезку пика половодий (5 градаций);
- понижение уровней воды в нижних бьефах (3 градации);
- полыньи в нижних бьефах;
- уменьшение затопляемости пойм;
- подтопление берегов.

"Уровень загрязнения атмосферы" (масштаб 1:10 000 000). Наиболее распространенными ингредиентами загрязнения атмосферы являются диоксиды серы и азота, пыль, оксид углерода. Для комплексной характеристики уровня загрязнения атмосферного воздуха на карте предлагается использовать среднегодовые концентрации приведенных выше загрязняющих веществ. Расчет средних концентраций путем осреднения данных за 3-летний период и построение полей концентраций необходимо проводить на основе ежемесячных данных.

Наиболее важным и распространенным по территории России компонентом загрязнения атмосферного воздуха является сернистый газ (диоксид серы). Он переносится на большие расстояния, формируя поля различных концентраций как в районах промышленных узлов, так и на удалении от них. Его значения в виде средних концентраций целесообразно представить на карте как систему изолиний с послойной окраской. В виде другой системы изолиний целесообразно отобразить средние концентрации диоксида азота. Два других ингредиента загрязнения атмосферного воздуха – пыль и оксид углерода – предлагается представить на карте в виде диаграмм, отнесенных к конкретным географическим объектам.

Такое представление указанных загрязняющих воздух веществ объективно отразит существующую в природе картину, поскольку выбросы пыли приурочены обычно к дискретным по территории промышленным объектам и не образуют сплошных полей, которые можно представить в виде изолиний. Это же относится и к оксиду углерода, распространение которого приурочено к городским агломерациям и автотрассам с интенсивным автомобильным движением.

"Потенциал загрязнения атмосферы" (масштаб 1:20 000 000). Предлагается отразить климатический потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), который отражает многолетние климатические характеристики и позволяет оценить средний уровень загрязнения, ожидаемый в данном физико-географическом районе при заданных выбросах. Основное содержание карты составляет районирование территории России по ПЗА для источников выбросов, расположенных у земной поверхности (Безуглая, 1980, с уточнениями).

Районирование территории России по ПЗА для низких источников можно дополнить, рассчитав потенциал загрязнения атмосферы для при-

поднятых источников. В основу дополнительных расчетов будут положены данные о тепловых электростанциях с пересчетом на стандартную трубу высотой 80 м и стандартные параметры выбросов газов у устья трубы.

Отражаемые в легенде характеристики районирования территории России по ПЗА для низких источников целесообразно дополнить сведениями о средних годовых значениях климатических параметров, определяющих ПЗА (повторяемость, мощность, интенсивность приземных инверсий; повторяемость слабых ветров и застоев воздуха, продолжительность туманов, высота слоя перемешивания).

"Загрязненность поверхностных вод" (масштаб 1:10 000 000). Карта дает общее представление о качественном состоянии поверхностных вод России. На ней отражены:

- классы рек и водоемов по качеству воды (относительно чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные и чрезвычайно грязные). Они определяются по величине индекса загрязненности воды (ИЗВ), а при отсутствии наблюдений – по косвенным признакам;
- пункты наблюдения за качеством воды с наиболее высокой концентрацией отдельных загрязняющих веществ;
- годовой объем загрязненных сточных вод в городах (в млн. м³) – 5 градаций;
- годовое поступление загрязняющих веществ со сточными водами в пределах водохозяйственных участков (в усл. т на 1 км²; 6–8 градаций).

"Самоочищающаяся способность поверхностных вод" (масштаб 1:15 000 000). Карта дает представление об условиях самоочищения за счет трансформации неконсервативных (в основном органических) загрязняющих веществ и разбавления загрязнений.

Определяются условия трансформации загрязняющих веществ с учетом интенсивности перемешивания воды (слабое, среднее, сильное), определяемой для рек в зависимости от типа рельефа и температуры воды за теплый период. Для водоемов интенсивность перемешивания определяется в зависимости от интенсивности водообмена и размера водоема. Выделя-

ются 4 группы условий трансформации загрязняющих веществ: благоприятные, относительно благоприятные, средние и неблагоприятные. Также учитывается разбавляющая способность рек, определяемая их водоносностью (средний расход воды, в м³/с). Выделяются 5 градаций рек (м³/с):

- крупнейшие – более 10 000;
- очень крупные 1000–10 000 ;
- крупные 500–1000 ;
- средние 250–500, 100–250 ;
- относительно малые – менее 100 .

На основании сочетания условий трансформации и разбавления загрязняющих веществ водные объекты объединяются в 6 градаций по санитарно-очищающейся способности водоемов: исключительно хорошая, весьма хорошая, хорошая, средняя, плохая, очень плохая.

"Экологическое состояние пахотных земель" (масштаб 1:10 000 000). Экологическое состояние пахотных земель оценивается в 5 категориях: удовлетворительное, напряженное, тяжелое, кризисное и катастрофическое. Оно определяется путем интегрирования данных о дегумификации почв, об уровне развития почв эрозионных и дефляционных процессов, степени загрязнения почв пестицидами, тяжелыми металлами, минеральными удобрениями и радионуклидами.

"Деградационные процессы в почвах" (масштаб 1:20 000 000). Методологической основой карты являются представления об ответных реакциях почв на различные виды антропогенных воздействий. Деградационные процессы сгруппированы по характеру (дегумификация, обессструктуривание и др.) и факторам антропогенных воздействий, их вызывающих. Поскольку в почвах обычно протекает несколько деградационных процессов, то, помимо их систематизации в матричной легенде, характеризующей их сочетания, отражаются группы процессов способом цветового фона. Процессы, имеющие локальное или ограниченное распространение, показываются штриховкой, внemасштабными значками.

"Эрозия и дефляция почв" (масштаб 1:10 000 000). На карте отображаются земли разного типа использования, подверженные в различной степени эрозии и дефляции. Характеристикой подверженности эрозии служит интенсивность этого процесса, выраженная величиной среднемно-

голетнего смыва в тоннах с одного гектара за год, а характеристикой дефляции – снос почвы ветром с полей и пастбищ во время катастрофических пыльных бурь, усредненный за период активного проявления на сельскохозяйственных землях дефляции.

Характеристика степени опасности проявления смыва почвы и дефляции той или иной интенсивности отражена через оценку необходимости и охвата территории противоэррозионными мероприятиями. Необходимость последних оценивается через ущерб почвам как невосполнимому ресурсу, ущерб народному хозяйству и снижение экологического потенциала территории. Особо показываются земли, для которых количественная оценка эрозии в настоящее время невозможна, в легенде дается лишь описательная характеристика процесса.

Все показатели интенсивности процессов относятся к современным сельскохозяйственным технологиям и учитывают географические особенности и территориальное распределение систем земледелия и сельскохозяйственного производства, что специально поясняется в легенде карты.

На карте также отображаются границы территорий, отличающихся специфическим сочетанием генетически разнородных типов и видов водной эрозии почв, т.е. границы поясов и зон почвенно-эррозионного районирования. Дополнительно дана карта-врезка *"Почвенно-эррозионное районирование Российской Федерации"* (масштаб 1:30 000 000). Особо выделяются горные территории, освоенные сельским хозяйством, с интенсивным проявлением эрозии, для которых количественная оценка эрозии не проводилась. Дефляционная характеристика дается в пределах контуров сельскохозяйственных земель штриховкой разной плотности и направления по 3–4 градациям.

"Овражность" (масштаб 1:15 000 000). Карта показывает заовраженность равнинных территорий России. Показателями заовраженности служат:

- густота овражной сети – отношение суммарной длины оврагов к единице площади ($\text{км}/\text{км}^2$);
- плотность оврагов – количество оврагов, приходящихся на единицу площади ($\text{ед.}/\text{км}^2$).

На карте показываются ареалы с различными показателями зараженности.

"Засоление почв" (масштаб 1:20 000 000). Карта призвана отразить основные черты распространения и характер современного засоления почв, т.е. свойства и процессы, проявляющиеся в повышении содержания легкорастворимых солей, изменении их химизма и сопутствующих явлений, трансформирующих почвенный профиль.

Карта отражает пространственную дифференциацию природных и частично антропогенных факторов соленакопления в почвах. Природные факторы представлены:

- климатически обусловленными причинами (главным образом через выраженность испарительного геохимического барьера);
- литолого-геоморфологическими причинами (понижение естественной дренированности ландшафта и замедление латеральных ландшафтно-геохимических потоков);
- галогеохимическим фоном, определяемым наличием в активной зоне ландшафта соленосных пород или поступлением извне минерализованных грунтовых вод.

Антропогенные факторы включают сосредоточенные или распределенные по территории воздействия, изменяющие природные или почвенно-геохимические условия и процессы как в сторону рассоления, так и в сторону засоления почв. Сюда относятся: земледельческое использование с подразделением на сухое (богара) и орошаемое земледелие и пастбищное использование; наличие сооружений, формирующих достаточно обширную зону галогеохимического влияния на почвы. Последние даются на карте знаками.

"Условия миграции и аккумуляции химических элементов и соединений в почвах" (масштаб 1:10 000 000). Судьба поступающих в ландшафт (в том числе и в атмосферу) загрязнителей и других веществ определяется их поведением в почвах. В зависимости от свойств элементов и соединений, их соотношения с условиями окружающей среды возможны различные сценарии:

- аккумуляция вещества в разных частях почвенного профиля;

- вынос за пределы профиля, т.е. выведение из трофических цепей или поступление в грунтовые воды;
- разложение до нетоксичных форм, или, напротив, образование новых опасных соединений.

На карте предлагается отразить следующие блоки информации:

- условия миграции и аккумуляции элементов и соединений непосредственно в профиле почвы;
- условия радиальной миграции, т.е. миграции в катенах;
- пути и способы транзитных миграций вещества в речных системах.

"Гидроморфизм и заболачивание почв" (масштаб 1:20 000 000). Процессы гидроморфизма в почвах России во многом определяют экологические особенности обширных территорий. Они широко распространены в условиях гумидного климата, равнинного рельефа, тем более при промерзании почв. Все три фактора развития гидроморфизма и их сочетания весьма полно представлены в России. На карте предполагается показать естественные процессы гидроморфизма в качестве основного содержания, дополненные сведениями об антропогенно-спровоцированном гидроморфизме.

Систематизация типов гидроморфизма основывается на следующих критериях: простота или сложность (результат воздействия разного числа факторов), положение оглеенного горизонта в почвенном профиле и его морфохроматические признаки.

Антропогенно-спровоцированные процессы гидроморфизма предполагается показать в орошаемых почвах (как и процессы вторичного засоления) и при некоторых видах собственно техногенного воздействия на почвы. В связи с основным содержанием представляется целесообразным показать также и крупные массивы осущенных почв.

"Устойчивость почв к техногенному подкислению" (масштаб 1:20 000 000). Под устойчивостью почв к техногенному подкислению понимается их способность при понижении значений pH противостоять (до определенных пределов) разрушению почвенного поглощающего комплекса, коллоидов, появлению в растворах токсичных железа и алюминия. Устойчивость почв обусловлена исходными значениями pH, окисли-

тельно-восстановительным и водным режимами почв, содержанием гумуса, карбонатов, составом илистой и более крупных фракций.

На карте будут показаны ареалы почв с различным уровнем потенциальной устойчивости почв к техногенному кислотному воздействию. Источниками техногенного подкисления почв служат физиологически кислые удобрения (главным образом азотные), вносимые без достаточного известкования, и кислотные осадки, связанные с промышленными выбросами оксидов серы и азота. Кислотному воздействию подвергаются главным образом пахотные почвы, а аэрозальному – районы вблизи крупных промышленных центров. На западе страны кислотное воздействие связано с трансграничным переносом кислотных осадков из Центральной Европы.

Для оценки устойчивости почв к техногенному подкислению предполагается использовать разные критерии для пахотных почв и прочих видов земель, поскольку существенно различны механизмы устойчивости и характер техногенного воздействия.

"Загрязнение почв тяжелыми металлами" (масштаб 1:20 000 000). На карте предполагается показать источники загрязнения почв тяжелыми металлами. В качестве основных источников загрязнения рассматриваются: вносимые в почву фосфорные удобрения (площадное загрязнение пахотных почв), города и центры добычи руд редких и цветных металлов, крупнейшие автомагистрали, а также повышенные фоновые концентрации тяжелых металлов в почвах и породах.

"Способность почв к самоочищению от тяжелых металлов" (масштаб 1:10 000 000). Установлено, что накопление тяжелых металлов определяется содержанием и составом гумуса, гранулометрическим составом почв. Для миграции тяжелых металлов существенны щелочно-кислотные условия, реализующиеся при определенных типах водного режима почв, и наличие (или отсутствие) геохимических барьеров. На карте предполагается показать экспертную оценку способности почв определять поведение тяжелых металлов – их вынос или накопление.

"Загрязнение почв пестицидами" (масштаб 1:20 000 000). Накапливаясь в почвах, пестициды угнетающие действуют на микрофлору, а попадая в живые организмы, являются причиной многих заболеваний. Опасность загрязнения пестицидами усиливается вследствие того, что многие,

первоначально нетоксичные соединения по мере их разложения в почвах образуют стойкие и токсичные метаболиты.

Характеристика загрязнения почв пестицидами основывается на статистических данных об ассортиментном наборе и дозах внесения пестицидов по субъектам Российской Федерации. Оценка уровня нагрузки на пахотные земли основывается на учете доз внесения, обработанной площади пашни и эколого-токсикологических коэффициентов отдельных пестицидов. Затем по территориям субъектов Федерации рассчитывается суммарный индекс пестицидной нагрузки (ИПН), обобщающий нагрузку по трем группам: всей совокупности вносимых пестицидов, приоритетным пестицидам и, отдельно, хлорорганическим как самыми опасным.

"Способность почв к самоочищению от пестицидов" (масштаб 1:20 000 000). Для распахиваемых территорий, занимающих около 10% площади России, оценка реальной опасности внесения пестицидов в почвы будет совмещаться с прогнозируемой. Для остальной части территории России, где пестициды не применялись, карта будет отражать потенциал природных почв в отношении их способности к самоочищению.

Прогноз способности почв к самоочищению от пестицидов основывается на знании сорбционной емкости почв, отчасти их водного режима (пестициды мигрируют в ограниченном объеме почвы), биологической активности почв, определяющей скорость разложения пестицидов, а также внешних по отношению к почвам свойств окружающей среды. При этом целесообразно учитывать ряд климатических параметров, важных для трансформации загрязнителя.

Оценка опасности реального загрязнения пахотных почв может быть получена на основании сопоставления (наложения) данных по величине и характеру нагрузки с прогнозными данными о почвах в отношении их способности к сорбции и детоксикации.

"Способность почв к самоочищению от углеводородов" (масштаб 1:15 000 000). Нефть, нефтепродукты и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – распространенные и опасные поллютанты на всей территории России.

Оценка способности почв к самоочищению путем накопления и трансформации углеводородов определяется такими свойствами почв, как

окислительно-восстановительные условия почвенного профиля, гумусность и гранулометрический состав. Разные соотношения окислительно-восстановительных условий и сорбционной способности почв в сочетании с оценками интенсивностей фотохимического и микробиологического разложения (по литературным и климатологическим данным) позволят дать адекватную оценку способности к самоочищению разнообразных почв. Рассматриваемая карта носит прогнозный характер.

На карте будут показаны территории с различными условиями аккумуляции и трансформации нефтепродуктов и ПАУ в почвах, а также основные источники загрязнения ими земель.

"Ландшафтно-геохимические условия миграции радионуклидов" (масштаб 1:20 000 000). Показаны источники радионуклидного загрязнения России: атомные электростанции, полигоны ядерных испытаний, заводы по производству ядерного топлива, урановые месторождения, места проведения подземных ядерных взрывов и др. Для каждого источника приводятся ассоциации элементов-загрязнителей. Так, например, для урановых месторождений характерны уран, радий, радон, торий, для атомных электростанций в условиях аварий – Ru, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ¹⁰⁶Ru и др:

Основой картографирования выступают геохимические ландшафты, выделенные с помощью специальной классификации, учитывающей условия миграции и концентрации радионуклидов в зависимости от геологического строения, рельефа, климата, почвенно-растительного покрова, экономических условий. Всего выделено 76 видов геохимических ландшафтов, каждый из которых характеризуется особенностями миграции и концентрации радионуклидов на основе теории геохимических барьеров, разработанной А.И. Перельманом.

"Радиоактивное загрязнение территории цезием-137" (масштаб 1:20 000 000). На карте представлены современные ареалы загрязнения ¹³⁷Cs, которые возникли в результате разновозрастных выпадений с выделением районов, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС 1986 года, а также аварийных ситуаций на южном Урале 50-х и 70-х годов. Аварийные выбросы даются на фоне глобальных выпадений этого радионуклида в результате ядерных испытаний в атмосфере 40–70-х годов. Картина загрязнения дается по состоянию на 1995 г.

В содержание карты входит изоуровни глобального загрязнения местности ^{137}Cs по состоянию на 1995 г. без учета загрязнения в результате Чернобыльской и Южно-Уральских аварий; аномалии ^{137}Cs с уровнями более 1 Ки/км 2 .

Различной окраской выделяются следующие ступени уровней загрязнения, в Ки/км 2 : более 40; 5–40; 1–5; 0,5–1; 0,2–0,5; 0,1–0,2. Изолинии с учетом аварий изображаются сплошными линиями, а цветовой фон дается от теплых тонов на высоких уровнях загрязнения до холодных – на низких (в красно-синей гамме). Изолинии глобального загрязнения (без учета аварий) даются пунктирной линией и характеризуют изоуровни 0,075; 0,050; 0,025 Ки/км 2 . Выделение диапазонов возможно разреженной штриховкой.

"Радиоактивное загрязнение территории стронцием-90" (масштаб 1:20 000 000). Карта показывает загрязнение территории России ^{90}Sr , долгоживущим дозообразующим радионуклидом, получившим повсеместное распространение в результате ядерных испытаний конца 40-х – начала 70-х годов (глобальное загрязнение), а также сформировавшим локальное загрязнение в результате аварийных ситуаций на ПО "Маяк" в 1957 г. (Южный Урал), инцидентов 60–70-х гг. на том же предприятии; а также выпадений этого радионуклида на Европейской части России в результате аварии на Чернобыльской АЭС 1986 года. Картина загрязнения дается по всем разновозрастным выпадениям по состоянию на 1995 г.

В содержание карты входят: изоуровни глобального загрязнения местности ^{90}Sr по состоянию на 1995 г. без учета аварийных ситуаций; изоуровни радиоактивного загрязнения ^{90}Sr по состоянию на 1995 г. в результате аварий на Южном Урале и ЧАЭС. Различной окраской выделяются следующие ступени уровней глобального загрязнения: более 0,05; 0,02–0,05; менее 0,02 Ки/км 2 . На фоне глобального загрязнения проводятся изолинии 0,1; 0,2; 0,5; 1; 3; 30 Ки/км 2 . Они относятся к загрязнению в результате аварий на Южном Урале и ЧАЭС.

"Прогноз радионуклидного загрязнения территории на 2020 г." (масштаб 1:20 000 000). Основной целью карт является прогноз уменьшения уровней радионуклидного загрязнения территории России за 25 лет в случае отсутствия радиационных инцидентов с выбросом в атмосферу

такого количества долгоживущих радионуклидов, которое сформирует площадное загрязнение.

В задачи карт входит представление загрязнения территории России:

- наиболее распространенным долгоживущим дозообразующим радионуклидом ^{137}Cs ;
- вторым по значимости долгоживущим дозообразующим радионуклидом ^{90}Sr .

В содержание карт входят изоуровни загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr по состоянию на 2020 год. Значения изолиний приводятся в КИ/км².

"Экологическое состояние лесов" (масштаб 1:10 000 000). На основе информации о факторах нарушенности лесов и знании географических закономерностей функционирования лесных экосистем оценивается экологическое состояние лесов по 4-уровневой шкале – хорошее, удовлетворительное, напряженное и кризисное. Каждой оценочной категории в легенде будет дана краткая словесная характеристика, а на карте выделяются районы, в пределах которых леса будут отнесены к той или иной категории оценки.

Предложены следующие критерии оценки экологического состояния лесов:

- динамическое свойство лесных экосистем – способность к естественному возобновлению условно коренных лесов на месте вторичных, вырубок и гарей;
- нарушенность лесов пожарами и рубками;
- наличие вторичных лесов на месте коренных;
- лесистость территории (косвенный показатель для наиболее освоенных регионов);
- избыточность увлажнения почв – фактор, снижающий устойчивость лесных экосистем к таким видам нарушенности, как вырубки и гари.

"Обеднение растительного мира" (масштаб 1:20 000 000). На карте отражаются закономерности снижения разнообразия видов местной флоры и коренных сообществ, приводящего к истощению ресурсов и обеднению генофонда. Интегральный показатель обеднения растительного мира разработан для зональных сообществ по результатам анализа тенденций к

снижению разнообразия видов местной (аборигенной) флоры, уменьшению их численности, а также анализа дигрессионных смен, приводящих к снижению разнообразия коренных ценозов, сокращению их площади.

Степень флористического и ценотического обеднения растительного мира оценивается в баллах по четырем степеням: сильная; средняя; слабая; степень, при которой коренная растительность практически не изменена, характерно разнообразие видовaborигенной флоры, тенденции к обеднению не отмечены.

Охраняемые территории различного статуса показаны внemасштабными знаками, дополнительным порядковым номером охраняемой территории по списку и цифровым индексом, отражающим количество охраняемых на данной территории видов и число видов, занесенных в Красную книгу России. В легенде помещен список охраняемых территорий в порядке, соответствующем их статусу. Врезные карты иллюстрируют сокращение ареалов основных зональных видов – ценозообразователей.

"Состояние природных кормовых угодий" (масштаб 1:10 000 000). Экологическое состояние природных кормовых угодий оценивается по совокупности внутренних, связанных с формой использования (перевыпас, недовыпас, очаговые деградации и т. д.), и внешних факторов. При оценке состояния учитывается генезис природных кормовых угодий, устойчивость к ведущему антропогенному фактору и степень нарушенности. Состояние определяется по пяти категориям экспертной оценки: хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, предкризисное и кризисное.

"Обеднение животного мира" (масштаб 1:20 000 000). Карта отражает тенденции изменения животного мира (на примере млекопитающих и птиц). Основными критериями в определении тенденций служат изменения генофонда (видового разнообразия) и ценофонда в связи с уничтожением и разной степенью трансформации естественных местообитаний. Выделяются 3 степени изменения, показываемые штриховкой разной плотности (для площадей, выражавшихся в масштабе карты) или внemасштабными знаками на фоне биомов, отображаемых способом цветного качественного фона. Районы с фауной, близкой к естественной современной, даются без штриховки.

На карту наносятся заповедники, среди которых особо выделяются биосферные. Рядом со значком заповедника указывается его номер по списку, общее количество видов млекопитающих и птиц, из них – количество видов, занесенных в Красную книгу России. Эти данные дают представление о видовом разнообразии биомов и его постепенном сокращении (по отношению к исходному генофонду). Помещается список заповедников. Содержание основной карты дополняется врезными картами, иллюстрирующими сокращение ареалов животных на примере некоторых видов млекопитающих и птиц.

"Медико-экологическая карта" (масштаб 1:10 000 000). Эта карта призвана охарактеризовать территориальные особенности экологической ситуации, в которой протекает жизнедеятельность населения и показать изменения в состоянии здоровья населения, связанные с условиями проживания. Предполагается, что карта будет иметь несколько уровней: зональный, региональный и локальный.

На зональном уровне будут показаны: степень комфортности природной среды для труда, быта, отдыха, формирования здоровья населения, величина природного прессинга на население, условия адаптации людей; предпосылки болезней, имеющие зональное распространение.

Региональный уровень отражает тип хозяйственной деятельности населения, наличие природных предпосылок болезней и изменения некоторых параметров популяционного здоровья, наиболее общие закономерности распространения техногенного прессинга по территории, потенциал загрязнения атмосферы.

Локальные особенности условий жизнедеятельности населения (на фоне зональной и региональной специфики этих условий), связаны, прежде всего, с конкретной техногенной нагрузкой на территорию, величиной промышленных выбросов в атмосферу, сбросов в водоемы, складирования бытовых и промышленных отходов. Кроме того, на локальном уровне будут показаны территории, признанные зонами экологического бедствия или экологической катастрофы.

"Природные условия жизни населения (экологический потенциал ландшафтов)" (масштаб 1:20 000 000). На карте отражены группировки ландшафтов по основным факторам природной среды обитания населения: радиационному режиму, тепло- и водообеспеченности, комфорта.

или дискомфортности условий трудовой деятельности, отдыха и лечения; природной медико-географической обстановке. Типы ландшафтов ранжированы по условиям жизни населения, т.е. объединены в несколько групп – от экстремально дискомфортных до экологически оптимальных. Группировка произведена экспертным путем с учетом определяющих гидротермических факторов. Характеристика всех подразделений (порядка 40)дается по ряду количественных показателей в форме таблицы, помещаемой под картой на той же странице.

"Районирование России по экологической напряженности" (масштаб 1:20 000 000). Основу районирования составляет представление о районах, отличающихся друг от друга по величине и особенностям антропогенного воздействия на природную среду. Возникшие при этом изменения свойств природных объектов и неблагоприятные для человека последствия этих изменений образуют своеобразную для каждого района экологическую напряженность.

"Эколого-географическая карта" (масштаб 1:10 000 000). На фоне современных ландшафтов показывается экологическое состояние: атмосферного воздуха в городах; почв пахотных земель; природных кормовых угодий; лесов; поверхностных вод.

Особо предполагается отразить экологическую опасность горнопромышленных центров и транспортной сети.

"Кризисные экологические ситуации" (масштаб 1:15 000 000). Основу содержания карты образуют ареалы экологических ситуаций, оцененных по степени остроты в трехступенчатой шкале (очень острые, острые, умеренно острые). В каждом ареале проставлена комбинация ранжированных буквенных индексов, обозначающих конкретные экологические проблемы (А – загрязнение атмосферы, В – загрязнение воды, Пх - химическое загрязнение почв и т.д.). Индексы экологических проблем подробно расшифрованы в легенде. Территории, для которых не проводилась оценка остроты экологических ситуаций, показываются нейтральным цветом. В содержание карты включена дополнительная информация о фактических проявлениях негативных свойств среды, об объектах негативного воздействия и природных экологически значимых особенностях территорий.

Фактические проявления негативных свойств среды представлены в виде двух блоков: распространения загрязнений и качества вод суши. Блок распространения загрязнений содержит информацию о площадях радиоактивного заражения, ареалах кислых осадков, загрязненных участках морей. Блок качества вод суши включает 3 градации по истощению вод суши (слабое, среднее, сильное). Для рек с постами наблюдения показана степень загрязнения в двух градациях (умеренно загрязненная и сильно загрязненная). Блок объектов негативного воздействия включает типологию промузлов по степени и типу воздействия на среду; транспортные коридоры; крупные ТЭЦ; радиационно опасные объекты (действующие АЭС, места подземных ядерных взрывов, ядерные полигоны, местонахождения предприятий с ядерными реакторами и по переработкеadioактивных отходов).

Экологически значимые особенности территорий представлены блоком границ экологически неблагоприятных процессов (северной границей распространения пыльных бурь, южной границей формирования многолетнемерзлых грунтов). Блок особо охраняемых природных территорий включает в себя южную полосу притундровых лесов и крупные заповедники и заказники.

10. ЕДИНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА БАНКОВ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Выше на различных примерах было показано, сколь важное значение имеет в настоящее время обеспечение экологической картографической продукцией различных сфер деятельности. По мнению авторов, можно говорить о необходимости разработки специальной, разномасштабной серии карт (подобных современным топографическим картам) со стандартными условными знаками экологического характера.

Предварять такую сложную программу должна разработка системы базовых синтетических показателей для нормативно-информационного обеспечения экологической безопасности на общегосударственном, региональном и локальном уровнях, которые в последствии образуют набор специализированных условных знаков. В предварительном порядке возможно решение некоторых задач и выполнение мероприятий организационного характера:

- создания системы интегральных показателей, охватывающих с единых теоретико-методических позиций основные аспекты природной среды, населения и хозяйства, обеспечивающих решение всех задач экологической безопасности как единого научно-практического комплекса (отсутствие такого единого подхода в настоящее время приводит к неоднозначности подходов различных структур управления к территориям разного статуса);
- координации усилий различных организаций в деле унификации, стандартизации многообразия предлагаемых и уже используемых показателей экологических оценок природной среды, населения и хозяйства и тем самым ликвидации трудностей в принятии решений по оперативному и перспективному обеспечению экологической безопасности;
- интеграции всех существующих и предполагаемых методов оценки уровней экологической безопасности, что позволит рассматривать их в качестве нормативного документа и использовать различными проектными, научно-исследовательскими и другими организациями в своей деятельности.

В этой связи предложена разработка федеральной программы, цель которой состоит в унификации и стандартизации всей системы картографических, экологических и других баз данных (БД), интеграция их в единую систему по регламентированным требованиям, определяющим общегосударственное значение БД топографо-геодезической и экологической информации (Разработать обоснование и программу..., 1995). Система подобных БД должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать все уровни государственного управления территорий необходимой комплексной и картографической информацией;
- иметь унифицированную и стандартизированную структуру;
- обеспечивать широкие возможности обмена между ведомствами, учреждениями, организациями, регионами;
- быть доступной широкому потребителю (за определенную плату);
- иметь необходимые степени защиты от несанкционированного доступа;
- быть логически, организационно и технологически взаимосвязанной.

В рамках проектируемой системы нужно создать определенные виды обеспечения и функционирования: организационное, правовое, нормативное, научное, методическое, информационное, программно-математическое, аппаратно-техническое.

Согласуясь с системой требований и ориентируясь на разноуровенную (от России в целом до ее отдельных регионов) специфику видов обеспечения и функционирования, предложена структура Единой системы банков топографо-геодезической и экологической информации:

1. Федеральные центры – верхние технологические звенья обобщения информации в иерархической структуре тематических подсистем; создаются министерствами и ведомствами на базе тех наблюдательных, методологических и информационных средств, которые используются в соответствующих тематических подсистемах для выполнения поставленных задач.
2. Единый государственный банк топографо-геодезической и экологической информации. Роскартография формирует центры (или службы)

как по территориальному принципу (региону), так и по отраслевому (теме) совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами, включая Госкомэкологию России.

3. Формирование БД экологической информации осуществляют ведомства, учреждения и организации федерального статуса, связанные с экологической проблематикой. Для успешной реализации идеи необходимо обеспечить единые организационный, научно-методологический и метрологический подходы к выполнению работ, создать механизм управления подсистемами, а также элементами БД без разрушения сложившихся административно-ведомственных структур.

4. Территориальный уровень БД топографо-геодезической и экологической информации организуется в соответствии с административно-территориальным делением Российской Федерации и обеспечивает информационную поддержку всех территориальных органов управления. Конфигурация территориальных подсистем и их конкретные задачи определяются территориальными органами государственного управления.

Предусмотрены координация работ и научно-методическое взаимодействие с отраслевыми и ведомственными информационными службами, возможность вовлечения в сферу наблюдений новых видов и типов загрязняющих веществ, а также реальность включения национальных подсистем. Организационное объединение подсистем и элементов БД топографо-геодезической и экологической информации базируется на принципах единого государственного управления системой. Методологическое объединение достигается на основе единой научно-технической политики в рассматриваемой области, максимальной унификации аппаратурно-технической, методической баз информационных технологий.

В качестве важной государственной задачи отмечена разработка единого Классификатора экологической информации, базисом для которого послужит система машинно-ориентированных картографических знаков для экологических карт различного масштаба, системные соглашения и согласования единых форматов представления цифровых карт и баз данных к ним. Функционирование такой сложной построенной системы пред-

лагается организовать на основе ГИС-технологий с учетом отраслевой и территориальной целенаправленности ее использования.

Намечено три этапа в реализации программы формирования Единой системы банков топографо-геодезической и экологической информации. Первый этап предусматривает проведение работ и организационных мероприятий, направленных на реализацию Постановлений Совета Министров – Правительства Российской Федерации, обеспечение основополагающей нормативно-правовой основы создания БД, определение приоритетных для БД направлений, незамедлительную организацию обмена имеющейся в настоящее время информацией. На втором этапе создания БД проводятся работы и организационные мероприятия, направленные на разработку нормативно-правовой базы и организационно-управленческой структуры, обеспечивающих функционирование БД, создается сеть информационно-аналитических центров и информационных связей федерального уровня, организуется опытная эксплуатация территориальных подсистем на базовых экспериментальных территориях. Третий этап включает в себя:

- создание и введение в эксплуатацию территориальных подсистем;
- осуществление технической реконструкции и модернизации тематических подсистем;
- обоснование проектов дальнейшего развития и совершенствования системы.

11. ИНВЕНТАРИЗАЦИОННАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И СОСТОЯНИЮ ЗЕМЕЛЬ

Для формирования единого государственного банка топографо-геодезической и экологической информации необходимы опытно-экспериментальные разработки различного уровня. Начинать эксперименты предлагается с исследования современного состояния земель.

На сегодняшний день в России отсутствует единая методика создания современной и надежной инвентаризационной картографической базы современного состояния земель. Информация о современном состоянии земельных ресурсов, их использовании и динамике, если и имеется, то в разрозненном виде в организациях по ведомственной принадлежности. Так, например:

- сведения о лесопокрытых площадях, качестве и запасах древесины – в соответствующих лесоустроительных организациях;
- сведения о землепользователях содержатся на схемах землепользований, не имеющих точной геодезической привязки, часто устаревших; эти сведения хранятся в соответствующих комитетах по земельной реформе;
- сведения об использовании территорий, в том числе площади распаханных земель, пастбищ, сенокосов, селитебных земель и т.п. – содержатся на схемах использования земель, которые обычно выполняются различными проектными организациями при разработке территориальных проектов; эти схемы отличаются фрагментарностью (не имеют сплошного покрытия территории России), неточностью, разными масштабами (в зависимости от целей проектирования) и хранятся, как правило, в областных, районных, городских управлениях архитектуры и градостроительства и т.п.;
- сведения о землях транспортного использования, часто устаревшие, носят фрагментарный характер, не имеют точной геодезической привязки и хранятся в соответствующих территориальных управлениях.

Во многих районах страны антропогенное воздействие на природу носит столь интенсивный и быстротекущий характер, что обновляемые топографические карты и эпизодически создаваемые тематические карты устаревают уже к процессу их издания.

Таким образом, органы управления и планирования всех уровней лишены единого комплексного банка данных о современном состоянии и использовании территорий, что негативно сказывается на качестве прогнозирования и управления, зачастую приводит к принятию ошибочных решений. В этой связи предлагается шире использовать материалы аэрокосмической съемки и современные геоинформационные технологии для создания инвентаризационных карт, призванных оперативно отражать ситуацию на момент съемки (Разработать методы (в том числе автоматизированные)…, 1995). Так, материалы космической съемки России позволяют создавать различные карты масштабов от 1:25 000 до 1:1 000 000 и мельче.

Проведя сравнительный анализ математического обеспечения для создания инвентаризационных картографических баз данных об использовании, состоянии и мониторинге земель с применением относительно широко известных в России программных продуктов, авторы предлагают использовать оболочку Arc/Info.

Для регионального и локального уровня предлагается составление карт современного использования земель и их мониторинга. Апробация исследований проведена по территории Калининградской области. Предложена схема ГИС, основу которой составляют материалы космической съемки высокого разрешения и традиционные картографические и прочие источники.

12. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

12.1. Цифровые модели рельефа (ЦМР). Общие сведения

Рельеф земной поверхности является каркасом ландшафта и одним из основных факторов его развития. Он во многом контролирует миграцию и аккумуляцию минеральных и органических веществ (включая поллютанты), перемещающихся вдоль земной поверхности и в почве под действием гравитации (Young, 1972), микроклимат (Geiger, 1966), почвообразование (Huggett, 1975), характеристики растительного покрова (Ярошенко, 1961) и пр. В связи с этим информация о рельефе в виде специальных карт и цифровых моделей рельефа (ЦМР) применяется при решении широкого круга задач ландшафтных исследований (Moore et al., 1991; Шарый и др., 1991; Флоринский, 1995) и может быть полезна при проведении различных природоохранных работ.

Исходными данными для получения всех типов ЦМР являются цифровые модели высот (ЦМВ), которые получают с помощью цифрования горизонталей топографических карт, стереотопографического метода и наземной топографической съемки (Moore et al., 1991). ЦМВ должна быть построена по квадратной сетке узловых точек. Допускается пересчет нерегулярных ЦМВ в регулярные с помощью известных интерполяционных алгоритмов (Schut, 1976). Как правило, выбор метода составления ЦМР зависит от требуемой точности исследования.

В ландшафтных исследованиях наиболее часто используются следующие типы ЦМР (табл. 5):

- ЦМВ;
- цифровые модели локальных топографических (морфометрических) характеристик – крутизны (G), экспозиции склонов (A), горизонтальной (k_h), вертикальной (k_v) (Evans, 1980), средней (H) и полной аккумуляционной (K_a) кривизны (Шарый, 1991);
- цифровые модели нелокальных топографических величин, например, удельной водосборной площади (СА) (Speight, 1968);
- цифровые модели комбинированных топографических характеристи-

стик, в частности топографического индекса (TI) (Beven, Kirkby, 1979) и индекса мощности потоков (SI) (Moore et al., 1991).

Таблица 5

Определения и формулы некоторых топографических величин

Топографические величины, размерность	Определения и формулы
h , [м]	Высота над уровнем моря в данной точке земной поверхности
G , [градус]	Угол между касательной и горизонтальной плоскостями в данной точке земной поверхности, $G = \arctg ((p^2 + q^2)^{1/2}) 180/\pi^*$ (Шарый, 1991)
A , [градус]	Угол между направлением на север и проекцией вектора внешней нормали в данной точке земной поверхности на горизонтальную плоскость, $A = \arctg (q / p) 180/\pi^*$ (Шарый, 1991)
k_v , [m^{-1}]	Кривизна нормального сечения земной поверхности, включающего в себя вектор ускорения силы тяжести в данной точке земной поверхности, $k_v = -(p^2 r + 2 p q s + q^2 t) / [(p^2 + q^2) (1 + p^2 + q^2)^{3/2}]^*$ (Шарый, 1991)
k_h , [m^{-1}]	Кривизна нормального сечения земной поверхности, ортогонального сечению с кривизной k_v в данной точке земной поверхности, $k_h = -(q^2 r (2 p q s + p^2 t) / [(p^2 + q^2) (1 + p^2 + q^2)^{1/2}]^*$ (Шарый, 1991)
H , [m^{-1}]	$H = (k_h + k_v) / 2$ (Шарый, 1991)
K_a , [m^{-2}]	$K_a = k_h k_v$ (Shary, 1995)
CA , [$m^2 m^{-1}$]	Площадь замкнутой фигуры, образованной единичным отрезком горизонтали, содержащим данную точку поверхности, и линиями тока, приходящими с более высоких участков склона на концы отрезка горизонтали, (Speight, 1968)
TI	$TI = \ln (CA / G)$ (Beven, Kirkby, 1979)
SI	$SI = CA G$ (Moore et al., 1991)

* p , q , r , s , t – частные производные функции высоты $h = f(x, y)$: $p = \delta h / \delta x$, $q = \delta h / \delta y$, $r = \delta^2 h / \delta x^2$, $s = \delta^2 h / \delta x \delta y$, $t = \delta^2 h / \delta y^2$

Некоторые другие количественные топографические величины описаны в (Moore et al., 1991), но на практике они используются достаточно редко.

Локальные топографические величины могут быть определены с помощью анализа высот (h) в некоторой окрестности каждой точки земной поверхности. Для вычисления этих характеристик применим метод Эванса (Evans, 1980). Для определения нелокальных и комбинированных топографических величин требуется анализ значительно больших участков местности. Для расчета цифровых моделей CA, TI и SI используется, например, метод Квина (Quinn et al., 1991).

В науках о Земле топографические величины используются преимущественно по той причине, что они связаны с целым рядом процессов, влияющих на структуру и развитие ландшафта. Например, h определяет вертикальную зональность почв и растительности и горных странах. G и A контролируют скорость и направление соответственно поверхностных потоков, инсолацию местности, интенсивность испарения осадков, снеготаяние и некоторые свойства почв (Захаров, 1940; Moore et al., 1993). h , G и A во многом контролируют микроклимат (Geiger, 1966). k_h определяет степень конвергенции (потоки дивергируют при $k_h > 0$ и конвергируют при $k_h < 0$), а k_v - относительного замедления потоков (потоки ускоряются при $k_v > 0$ и замедляются при $k_v < 0$) (Kirkby, Chorley, 1967; Шарый, 1991). Как k_h , так и k_v в значительной степени контролируют распределение и перераспределение в почве влаги, органического вещества, pH, мощность горизонтов почвенного профиля, и некоторые другие почвенные характеристики (Moore et al., 1991; Шарый и др., 1991). Совместное использование k_h и k_v позволяет прогнозировать распределение в ландшафте участков оползневой опасности. H представляет конвергенцию и относительное замедление потоков с равными весами (Шарый, 1995) и может иметь почти функциональную связь с почвенной влажностью в различных климатических и геоморфологических условиях (Sinai et al., 1981; Курякова и др., 1992). Ряд характеристик растительного покрова зависит от G , A (Захаров, 1940), k_h , k_v и H (Florinsky, Kuryakova, 1996). Совместное использование цифровых моделей K_a и H позволяет выявлять зоны относительной аккумуляции, транзита и денудации поверхностных и приповерхностных потоков и количественно оценивать интенсивность этих процессов. Зонам транзита соответствуют значения $K_a < 0$, а зонам

аккумуляции и денудации – $K_a > 0$. Критерием отделения зон аккумуляции от денудации служит знак H (полусумма k_h и k_v): $K_a > 0$ при $H > 0$ определяют зоны денудации, а при $H < 0$ – зоны аккумуляции (Shary, 1995).

Так как CA, TI и SI учитывают относительное положение участка в ландшафте, они могут более точно определять топографические предпосылки поверхности и внутрипочвенной миграции и аккумуляции потоков вещества. CA контролирует почвенную влажность (Burt, Butcher, 1985), концентрацию естественных радионуклидов в почве (Martz, de Jong, 1990). TI представляет теоретическую оценку степени аккумуляции потоков и может быть использована для описания и прогноза пространственного распределения участков с различной степенью увлажненности (Beven, Kirkby, 1979; Quinn et al., 1991). SI является мерой потенциальной эрозионной мощности поверхностных потоков (Quinn et al., 1991). TI и SI контролируют мощность горизонтов почвенного профиля, содержание органического вещества, pH (Moore et al., 1993). CA, TI и SI существенно влияют на свойства растительного покрова (Florinsky, Kuryakova, 1996).

Современные автоматизированные методы составления разномасштабных почвенных, гидрологических (в том числе прогнозных) и геоморфологических карт предусматривают использование и анализ ЦМР (Dikau, 1988; Quinn et al., 1991; Moore et al., 1993).

Подробные обзоры использования ЦМР при проведении почвенных, гидрологических, геоморфологических, геоботанических и геологических работ см. в статьях I.D. Moore et al. (1991), П.А. Шарого с соавт. (1991) и И.В. Флоринского (1995).

Очевидно, что в различных регионах влияние рельефа на дифференциацию свойств ландшафта может проявляться различным образом. Например, в аридных условиях формирование почвенного и растительного покровов может зависеть от степени конвергенции потоков, которую определяет k_h , а в boreальных – от инсоляции, контролируемой G и A. Очевидно также, что не все свойства почвенного покрова в одинаковой степени связаны с параметрами рельефа. При переходе от одного масштаба исследования к другому со сменой уровня иерархии биогеоценоза характер этих зависимостей может меняться. Поэтому, использование

ЦМР при изучении и прогнозе свойств ландшафта, а также при тематическом картографировании целесообразно после выполнения работ на ключевых участках.

Известно влияние характеристик рельефа на распределение и перераспределение экологически вредных веществ и поллютантов в ландшафте. Особая роль принадлежит зонам относительной аккумуляции потоков, которые могут быть выявлены с помощью расчетов K_a и H . Так, в аридных и семиаридных регионах на уровне макро- и мезорельефа в этих зонах часто происходит соленакопление, вторичное засоление почв и повышенная минерализация грунтовых вод (Ковда, 1946). Аргументирована необходимость изъятия из сельскохозяйственного оборота зон аккумуляции как естественных накопителей солей и поллютантов (Степанов, 1991). В гумидных условиях к зонам относительной аккумуляции потоков может быть приурочено повышенное загрязнение ^{137}Cs (Гуров, Керцман, 1991). При атмосферном переносе поллютанты, как правило, оседают в крупных зонах аккумуляции и небольших зонах денудации потоков (Стурман, 1994). Тем не менее, при проведении природоохранных мероприятий, в частности при экологическом картографировании, ЦМР широкого применения до сих пор не нашли.

Для иллюстрации научного и практического потенциала ЦМР и методов их анализа (аналитической топографии) в области экологического прогноза и картографирования ниже приведен фрагмент работы (Флоринский, 1996), посвященный использованию ЦМР при прогнозе изменения водно-солевого режима и загрязнения территории в результате орошения.

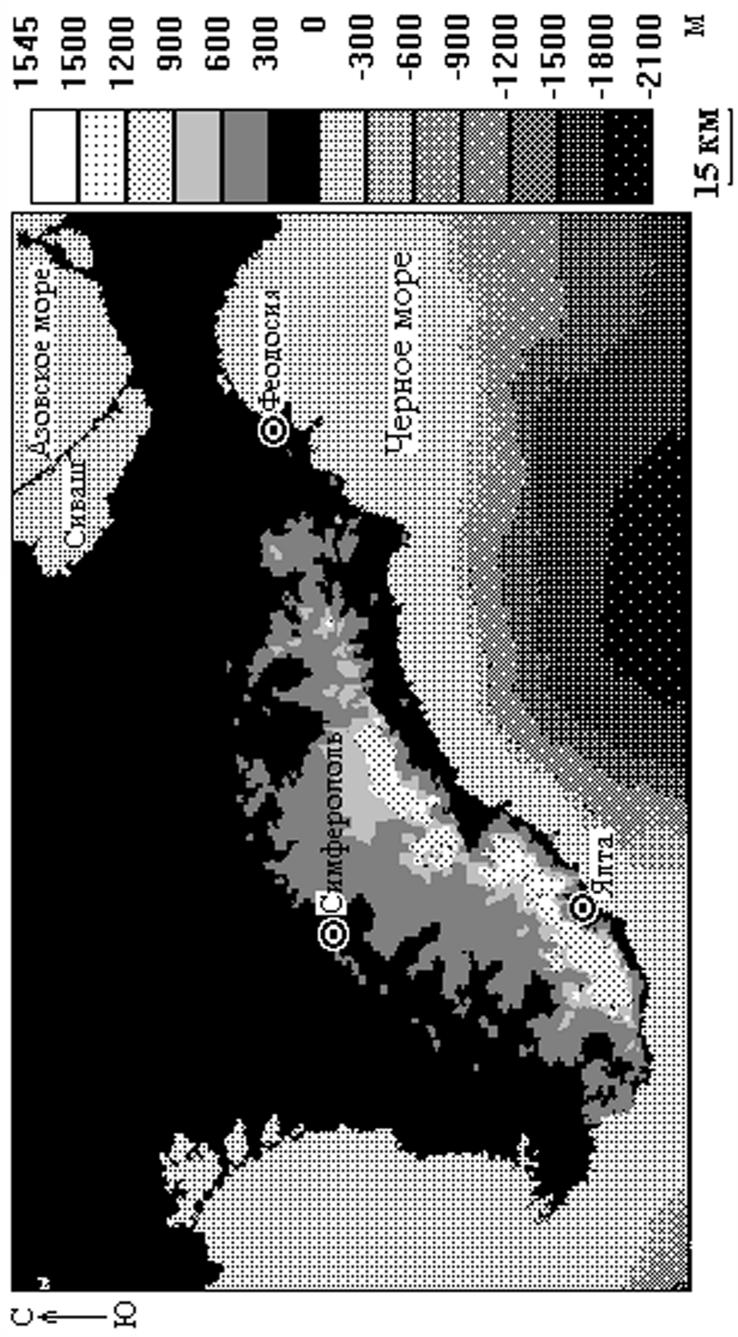
12. 2. Использование ЦМР при прогнозе изменения водно-солевого режима и загрязнения территории в результате орошения

12.2.1. Объект исследования

Для работы выбрана часть Крымского полуострова и прилегающего морского дна (рис. 4). В равнинном Крыму почвообразующие породы представлены преимущественно лессовидными суглинками, а почвы – комплексами черноземов южных и карбонатных, каштановых, луговых,

солонцов и солончаков (Дзенс-Литовская, 1970). Распространено хлоридно-сульфатное, хлоридное и гидрокарбонатное засоление пород и почв (рис. 5 А) (Новикова, 1975), которые, в целом, слабо дренированы (рис. 5 Б) (Новикова, 1975).

Начиная с 1963 г., территория орошается водами Днепра, подаваемыми по Северо-Крымскому каналу (СКК) (рис. 5 А) (Оросительные..., 1968). Вследствие недостаточного бетонирования магистрального русла СКК и размещения его Красногвардейской ветки на закарстованных неогеновых известняках, на фильтрацию теряется от 25% до 70% воды (Новикова, 1975; Львова, 1982). Этот процесс вызвал резко выраженное вторичное засоление почв, существенный подъем уровня грунтовых вод и, в целом, усиление их минерализации (Новикова, 1975). Значительное содержание в днепровской воде сине-зеленых водорослей (Лясковский, Яковенко, 1980), ионов SO_4^{2-} и Cl^- , соединений азота, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов (Хильчевский, Чебелько, 1994) ведет к усилению загрязнения почв и подземных вод в зоне орошения.



*Рис.4. Картина высот частии Крымского полуострова и прилегающего морского дна
(Федоринский, 1992)*

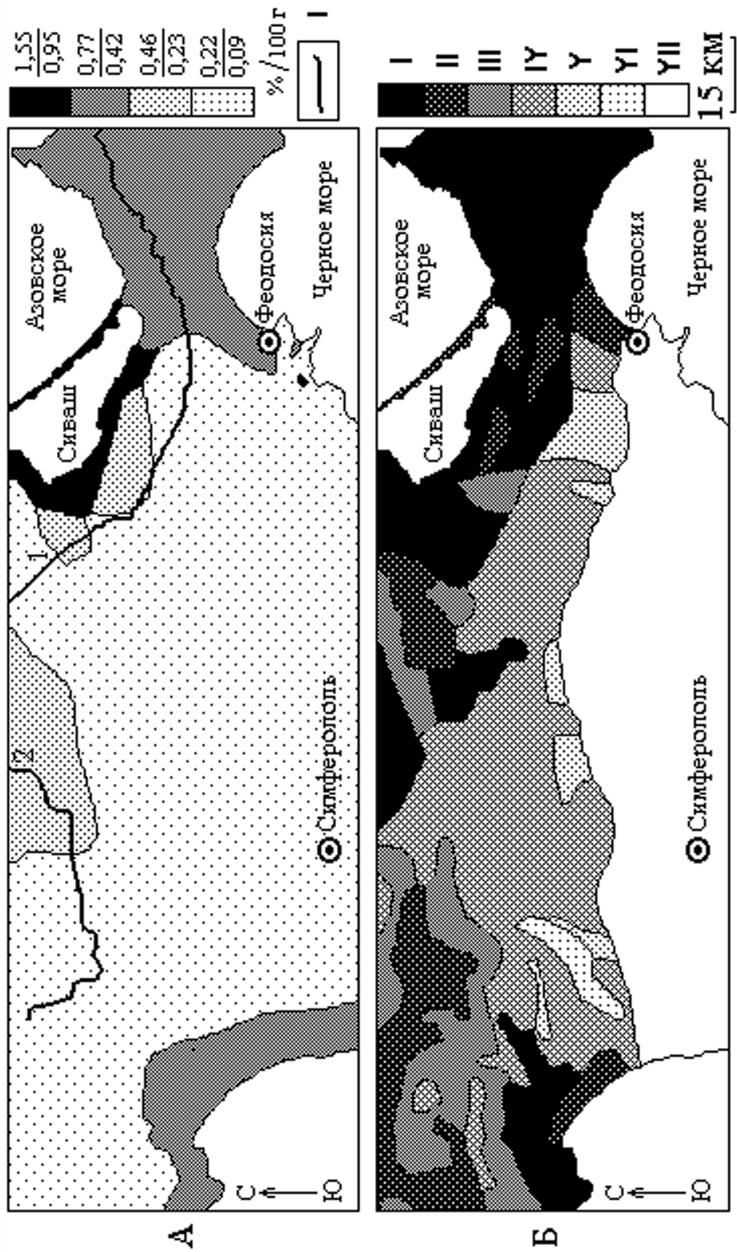


Рис. 5. Карты засоления и дренированности части Крымского полуострова (Новикова, 1975):

А – степень общего пахотного засоления почв в зоне солерации, в числителе – общее содержание водорасторимых солей, в знаменателе – токсичных солей (NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_4 , Na_2CO_3 , NaHCO_3), I – СКК (I – магистральное русло, 2 – Красногвардейская ветка); Б – степень естественной дренажированности: I – бессточная террапория, II – вesseма слабодренированная, III – слабодренированная, IV – среднедренированная, V – хорошио дренированная, VI – очень хорошо дренированная, VII – нет данных

Реки северного склона Крымских гор в равнинной части полуострова имеют временный поверхностный сток весной и постоянный интенсивный подземный сток слабоминерализованных вод древнеаллювиальных отложений на глубинах 2,5–30 м (Дзенс-Литовская, 1970). Магистральное русло СКК расположено вкrest простиранию долин этих рек. Хотя в местах их пересечения предусмотрены сооружения для миграции естественных потоков (Оросительные..., 1968; Львова, 1982), по отношению к последним СКК может играть роль своеобразного латерального антропогенного геохимического барьера и вызывать изменения водно-солевого режима.

12.2.2. Исходные данные и методы

В работе использована нерегулярная ЦМВ части Крымского полуострова и прилегающего морского дна (см. рис. 4), составленная с помощью цифрования горизонталей топографических карт масштабов 1:300 000 и 1:500 000 (Флоринский, 1992). Регуляризация ЦМВ осуществлена методом взвешенного среднего с шагом 500 м (Schut, 1976). Методом Эванса (Evans, 1980) по регулярной ЦМВ рассчитаны цифровые модели K_a и H с шагом 3000 м. На основе этих моделей построена карта зон аккумуляции, транзита и рассеяния потоков (рис. 6). Кроме того, использованы карты путей миграции потоков, полученная на основе цифровой модели k_h (рассчитана методом Эванса (Evans, 1980) по ЦМВ с шагом 3000 м), и карта СКК (Оросительные..., 1968).

В результате анализа указанных материалов построена карта зон риска изменения водно-солевого режима и загрязнения (рис. 7 А). К зонам риска изменения водно-солевого режима и загрязнения в связи с фильтрацией из СКК (рис. 7 А) отнесены зоны аккумуляции, расположенные ниже СКК, через которые проходят пересекающие СКК пути миграции потоков. К зонам риска в связи с влиянием СКК как геохимического барьера (рис. 7 А) отнесены зоны аккумуляции, локализованные выше СКК и соприкасающиеся с ним.

Очевидно, что карта зон риска (рис. 7 А) отображает лишь топографические предпосылки (Степанов и др., 1991) локализации участков изменения водно-солевого режима и загрязнения. Уточнить прогноз можно с помощью анализа дополнительных нетопографических материалов. Для

ранжирования выделенных зон риска (рис. 7 А) по степени возможного вторичного засоления и подтопления применена информация о степени засоления пород (рис. 5 А) (Новикова, 1975) и естественной дренированности территории (рис. 5 Б) (Новикова, 1975). В результате анализа этих данных построены прогнозные карты участков вторичного засоления (рис. 7 Б) и подтопления (рис. 7 В).

Интерполяция ЦМВ, расчет K_a , H , k_b и визуализация карт (рис. 4, 6, 7 А) проведены с помощью программ LANDLORD 2.0 (Флоринский и др., 1995) и LANDLORD 3.0 (разработан Г.Л. Андриенко и Н.В. Андриенко, ПушГУ). При составлении карт (рис. 4 – 7) использованы программы ECOCART и GEOPLANE (разработаны Г.Л. Андриенко и Н.В. Андриенко, ПушГУ).

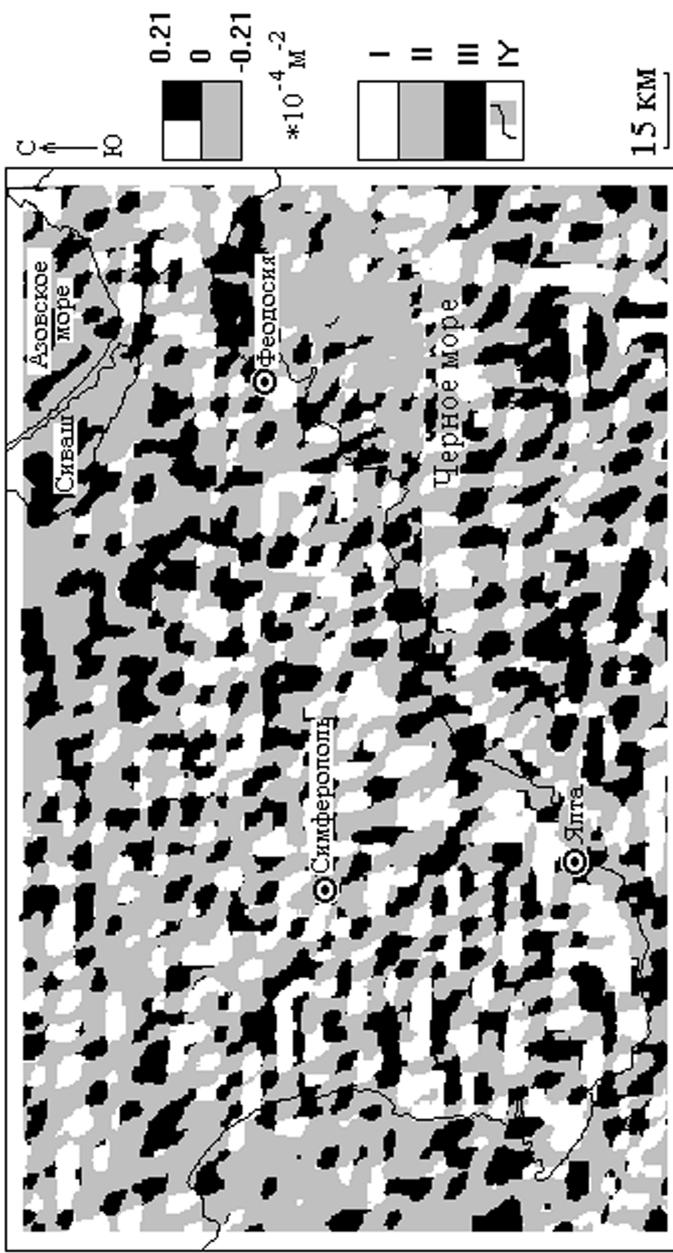


Рис. 6. Карта зон аккумуляции, транзига и денудации Крымского полуострова и прилегающего морского дна: I – зоны денудации; II – транзига; III – транзига; IV – аккумуляции; IV – аккумуляции; IY – береговая линия

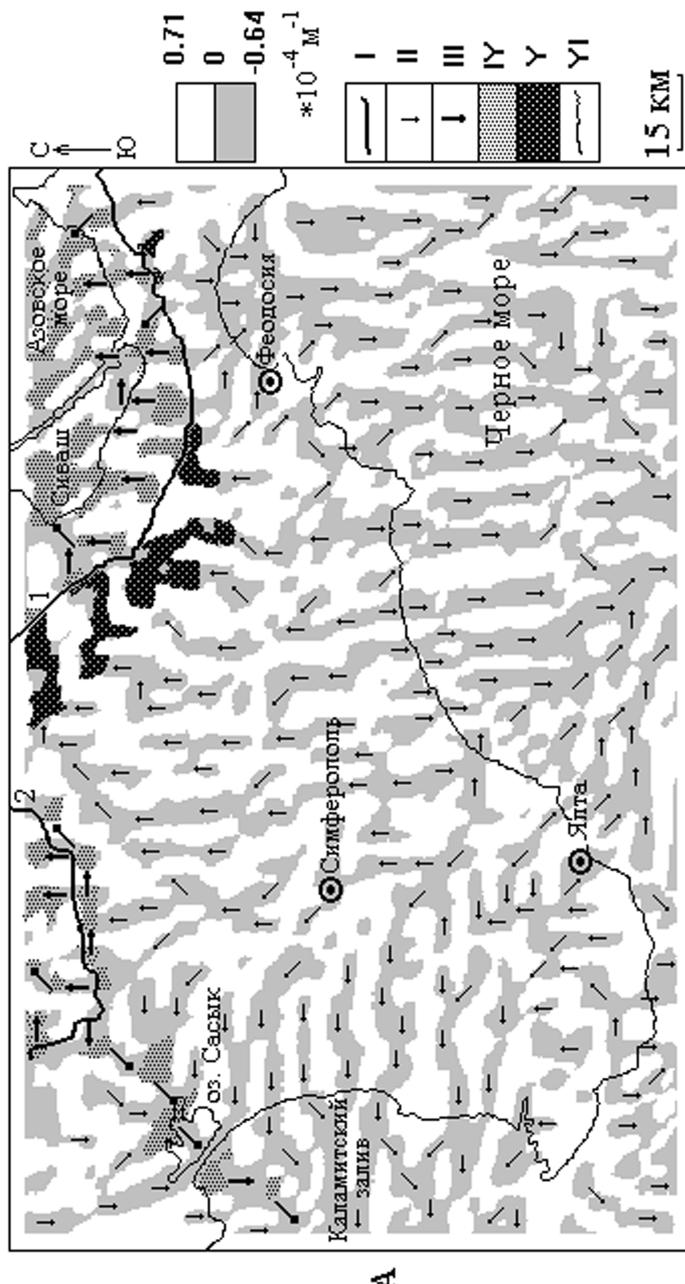
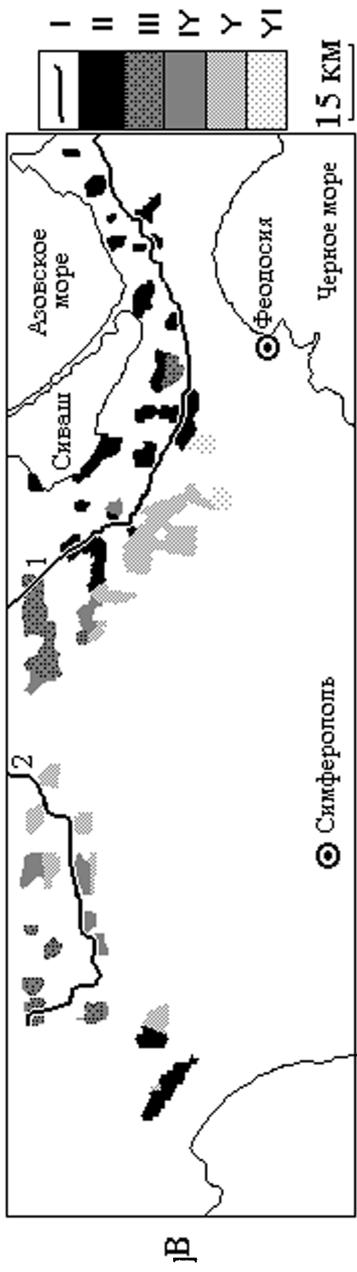
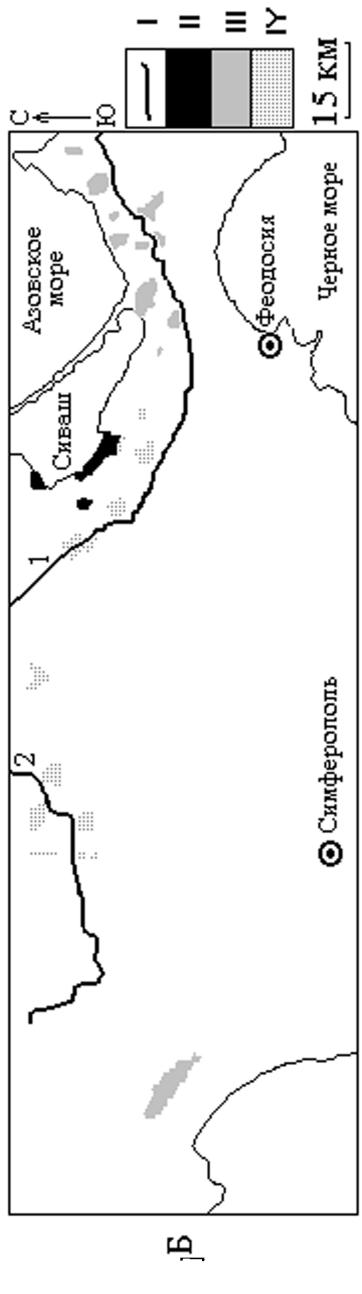


Рис. 7. Влияние СКК на водно-солнечный режим и загрязнение прилегающих территорий:

А – карта зон риска изменения водно-солнечного режима и загрязнения: I – СКК (1 – магистральное русло, 2 – Красногвардейская бетка), II – пути миграции естественных потоков, III – пути миграции естественных потоков и фильтрационных вод, IV – зоны риска изменения водно-солнечного режима и загрязнения в связи с фильтрацией, V – зоны риска изменения водно-солнечного режима в связи с влиянием СКК как геохимического барьера, VI – береговая линия;



Б – прогнозная карта участков вторичного засоления: I – СКК, II – высокая, III – средняя, IV – низкая степень вторичного засоления;

В – прогнозная карта участков подтопления: I – СКК, II – очень высокая, III – высокая, IV – средняя, V – низкая, VI – незначительная степень подтопления

12.2.3. Результаты и обсуждение

На карте зон риска изменения водно-солевого режима и загрязнения территории под влиянием СКК (рис. 7 А) хорошо видна структура распределения поверхностных и приповерхностных естественных потоков, пути миграции фильтрационных вод и зоны риска, в которых могут накапливаться соли, поллютанты и повышаться уровень грунтовых вод в связи с фильтрацией из СКК. Интегрированный анализ карт зон риска (рис. 7 А), засоления пород (рис. 5 А) (Новикова, 1975) и естественной дренированности (рис. 5 Б) (Новикова, 1975) показал, что в результате фильтрации в большинстве из выделенных зон вероятно сильное, среднее и слабое вторичное засоление почв (рис. 7 Б), а также подтопление очень высокой, высокой, средней и низкой степеней (рис. 7 В). В связи с этим, в пределах этих участках целесообразно ограничить сельскохозяйственное использование земель.

Выявлен путь приповерхностной миграции фильтрационных вод из Красногвардейской ветки СКК в Каламитский залив (рис. 7 А). Е.В. Львова (1982) предположила, что этот процесс может улучшить гидрогеологическую ситуацию на побережье, оттеснив из водоносных горизонтов морскую воду, которая постепенно замещает пресную в связи с интенсивной откачкой последней. Однако более вероятно сильное вторичное засоление и подтопление участка, примыкающего к озеру Сасык (рис. 7). В результате может понизиться качество добываемой здесь в бальнеологических целях рапы. Накопление солей и поллютантов в субаквальных зонах аккумуляции (рис. 7 А) со временем может ухудшить экологическую ситуацию в этом курортном районе.

Анализируя влияние магистрального русла СКК как геохимического барьера для рек северного склона Крымских гор, можно выделить шесть зон риска изменения водно-солевого режима (рис. 7 А). Но при подключении к анализу информации о засолении пород (рис. 5 А) (Новикова, 1975) большинство этих зон оказывается незначимыми в плане вторичного засоления (рис. 7 Б). Совместный анализ карт зон риска (рис. 7 А) и естественной дренированности (рис. 5 Б) (Новикова, 1975) показывает, что во всех выделенных зонах возможно подтопление преимущественно высокой, очень высокой и низкой степени (рис. 7 В). Таким образом,

влияние СКК как геохимического барьера может проявляться в основном в подъеме уровня грунтовых вод на прилегающих выше территориях.

Так как мелкомасштабные карты изменения водно-солевого режима в связи с эксплуатацией СКК ранее не публиковались, мы не смогли оценить точность прогноза вторичного засоления и подтопления территории (рис. 7 Б, В). Однако, принимая во внимание строгость физико-математической теории поверхности в поле гравитации (Шарый, 1991; Shary, 1995) и интегрированный характер анализа данных о рельефе (рис. 7 А), засолении (рис. 5 А) (Новикова, 1975) и дренированности почв и пород (рис. 5 Б) (Новикова, 1975), проведенного с учетом известных механизмов формирования водно-солевого режима semiаридных регионов (Ковда, 1946), можно утверждать, что прогнозные карты (рис. 7 Б, В) достаточно достоверны и соответствуют разрешающей способности цифровых моделей K_a , H , k_b и карт засоления и дренированности территории (рис. 5) (Новикова, 1975). К сожалению, использованный подход не позволяет оценить скорость вторичного засоления и подтопления и их интенсивность в абсолютных единицах. Эта задача, вероятно, может быть решена с помощью методов гидрологии, использующих в качестве исходных данных ЦМВ (Quinn et al., 1991; и др.).

В заключение отметим, что карты зон аккумуляции, получаемые в результате обработки ЦМВ, могут быть использованы, в частности, для оптимизации следующих видов работ природоохранной направленности:

- прогноза путей миграции и зон аккумуляции поллютантов в ландшафте после аварийных и "штатных" выбросов;
- проведения профилактических и аварийных работ, например, размещение дамб и других ловушек загрязнителей;
- изъятия из сельскохозяйственного (и рекреационного) использования засоленных и загрязненных участков.

По сравнению с почвенными, геологическими и иными тематическими материалами, ЦМР являются наиболее точными, подробными и объективными данными о ландшафте. Это обстоятельство может обеспечить достаточно высокую степень объективности и воспроизводимости результатов указанных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ тенденций социально-экономического развития последних лет свидетельствует о настоятельной необходимости включения экологических вопросов в процесс принятия решений о хозяйственной и иной деятельности в различных регионах России. Сложившаяся за многие годы хозяйственная специализация отдельных регионов, их своеобразие, уникальность природы и ресурсов определили сегодня большой спектр сочетаний экологических условий.

С выходом Закона Российской Федерации "Об экологической экспертизе" экологическому картографированию будет придаваться все большее значение. Чтобы этот закон начал эффективно работать и приносить результат, необходимы точные знания о локализации по территории России экологически неблагополучных участков, степени и характере загрязнения природной среды, наличии экологически опасных объектов. Без таких знаний невозможно оценить степень экологической опасности хозяйственной и иной деятельности, практически невозможно проведение качественной экологической экспертизы.

На повестку дня встали задачи исследования и картографирования особенностей экологических условий регионов Российской Федерации с целью разработки конкретных мероприятий по снижению экологического риска от ряда факторов, повышению экологической безопасности, разработке системы мер по оздоровлению обстановки и т. д. Экологическое картографирование в Программе "Экологическая безопасность России" занимало особое место, интегрируя достижения отдельных отраслей научных знаний применительно к пространственным особенностям взаимодействия общества с природной средой. Относительная молодость данного направления тематического картографирования явилась причиной включения в перечень исследований Программы разработку теоретических и методических принципов, единых требований и нормативов создания подобных карт применительно к различным уровням проблемы – от России в целом до отдельных ее регионов.

Потребителями карт экологической тематики являются :

- проектные организации системы Минстроя России при разработке схем и проектов районной планировки, схем комплексной

территориальной организации областей и районов, генпланов городов и поселков, специализированных хозяйств и т.д., а также территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП);

- отраслевые проектные организации при подготовке ТЭО в разделах, связанных с экологическим обоснованием хозяйственной деятельности;
- отделы экспертизы от федерального до местного уровней в процессе подготовки заключений по предлагаемым проектам;
- администрации регионов для принятия оперативных и перспективных управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения;
- Госкомэкология России при подготовке докладов о состоянии экологической безопасности отдельных регионов, решениях вопросов финансирования соответствующих НИР федерального и регионального масштабов, при обосновании необходимости создания специальных подразделений по обеспечению нормированных условий экологической безопасности населения отдельных регионов и т.д.

Положительные эффекты должны проявляться при сравнении различных вариантов предлагаемых проектов территориального обустройства на предмет их максимального соответствия системе базовых нормированных показателей экологической безопасности и выражаться в улучшении территориального планирования за счет системной увязки интересов различных отраслей хозяйства (на основе сравнения их долей в изменении степени экологической безопасности регионов).

Экономическая эффективность от внедрения в практику опыта экологического картографирования не поддается прямым расчетам, однако научно обоснованная система нормативных показателей, сформированная с учетом возможных региональных особенностей природно-антропогенных образований, позволит находить оптимальные варианты территориального устройства, обеспечивающие в регионах экологическую безопасность. Достижение оптимальной территориальной организации различных отраслей хозяйства приводит к максимальному снижению затрат на компенсационные мероприятия, что будет весьма ощутимо как для регионов, так и России в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1987. – 108 с.
- Авессаломова И.А. Экологическая оценка ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1992. – 88 с.
- Акимова Т.А., Хаскин В.В., Батоян В.В. и др. Сравнительный анализ и оценка экологического состояния районов Московской области. М.: АСЛАН, 1994. – 48 с.
- Антипова А.В. О зарубежном опыте экологического картографирования // Конструктивные задачи ландшафтно-экологических исследований. М.: Мос. фил. ГО СССР, 1990. С. 26-28.
- Баррет Э., Куртис Л. Введение в космическое землеведение: Дистанционные методы исследования Земли /Пер. с англ. М.: Прогресс, 1979. – 368 с.
- Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 184 с.
- Беспрозванный П.А., Муравьев В.В. Внимание: геодинамика! // Наука в России. 1992. № 3. С. 82-93.
- Бесценная М.А., Орлов А.Г. Практикум по оценке загрязненности водных объектов. Л: 1983. – 54 с.
- Биогеохимические основы экологического нормирования. М.: Наука, 1993. – 304 с.
- Блануца В.И. Об интегральной оценке степени изменения состояния окружающей среды. // География и природные ресурсы. 1982. № 4. С. 82-90.
- Блисковский В.З. Вещественный состав и обогатимость фосфоритных руд. М.: Недра. 1983. – 200 с.
- Богданова М.Д., Гаврилова И.П., Геннадиев А.Н. и др. Экологические почвенно-геохимические карты России: методология, составления, содержание // Вест. МГУ, Сер. геогр. № 3. 1994. С. 31-38.
- Бородзич Э.В. Воздействие короткоживущих подкоровых локальных возмущений на лито-, гидро- и атмосферу // Гагаринские научные чтения по космонавтике и авиации 1989 г. М.: Наука. 1990. С. 130-140.
- Бронникова В.К. Составление карт распространения редких видов растений в целях их охраны // Вопросы охраны редких видов растений и фитоценозов. М.: ВНИИПрироды, 1987. С. 37-45
- Верещака Т.В. Экологические карты в системе карт для оптимизации окружающей среды // Геодезия и картография. 1991. № 1. С. 39-41.
- Викторов С.В. Аэrolандшафтная индикация последствий деятельности человека в пустынях. М.: Недра, 1973. – 57 с.

- Виноградов Б.В. Преобразованная Земля: Аэрокосмические исследования. М.: Мысль, 1981. – 295 с.
- Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. – 320 с.
- Воробьев В.В., Белов А.В., Богоявленский В.А. и др. Комплексное эколого-географическое картографирование: сущность, принципы и основные проблемы развития // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. С. 20-38.
- Востокова Е.А., Сущеня В.А., Шевченко Л.А. Экологическое картографирование на основе космической информации. М.: Недра, 1988. – 221 с.
- Востокова Е.А., Гунин П.Д., Прищепа А.В. и др. Использование космической и картографической информации для создания карты антропогенной нарушенности экосистем Монголии // Экология и природопользование в Монголии. Пущино: ПНЦ РАН, 1992. С. 217-223.
- Временная инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной деятельности в предпроектных и проектных материалах. М.: Минприроды России, 1992. – 45 с.
- Глазовская М.А. Почвенно-геохимическое районирование Нечерноземной зоны для целей охраны почв от загрязнения // Вопросы географии, М.: МФГО СССР, 1978. № 108. С. 127-139.
- Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимическое районирование Нечерноземной зоны по условиям разложения и рассеяния органических загрязняющих веществ. // Вест. МГУ. Сер. геогр. 1979. № 2. С. 10-18.
- Глазовская М.А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и способности природных систем к самоочищению // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М.: Наука, 1981. С. 7-40.
- Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
- Глазовская М.А., Гавrilova И.П., Солнцева Н.П. Почвенно-геохимические карты и их использование в природно-охраных целях // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 81-92.
- Глазовский Н.Ф., Коронкевич Н.И., Кочуров Б.И. и др. Критические экологические районы: географические подходы и принципы изучения // Изв. ВГО. 1991. Т. 123, Вып. 1. С. 9-17.
- Государственная программа "Экологическая безопасность России" (1993-1995 гг.). Результаты реализации. Т. 5. Экологический мониторинг. Экологическое картографирование. Информационное обеспечение экологической безопасности /А.С. Гущев, М.А. Малярова, О.А. Новоселова и др. М.: РЭФИА, 1996. – 212 с.

Государственный доклад “О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1994 году”. М.: Центр международных проектов, 1995. – 340 с.

Григорьев А.А. Антропогенные воздействия на природную среду по наблюдениям из космоса. Л.: Наука, 1985. – 239 с.

Гуров В.Н., Керцман В.М. Рельеф как фактор возможного перемещения радионуклидов // Геохимические пути миграции искусственных радионуклидов в биосфере. Тез. докл. V конф., Пущино, дек. 1991. М.: ГЕОХИ АН СССР, 1991. С. 17.

Давыдова Н.Д., Волкова В.Г. Карты прогноза техногенной трансформации ландшафтов (методика составления и результаты) // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. С. 86-108.

Дзенс-Литовская Н.Н. Почвы и растительность степного Крыма. Л.: Наука, 1970. – 157 с.

Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. – 224 с.

Дончева А.В., Казаков Л.К., Калуцков В.Н. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. М.: Экология, 1992. – 256 с.

Евдокимов С.А. Обобщающий показатель качества поверхностных вод // Водные ресурсы. 1990. № 2. С. 100-120.

Заславский М.Н. О допустимых нормах эрозии и задачах повышения плодородия почв // Актуальные вопросы эрозионедения. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 118-137.

Захаров С.А. Значение экспозиции и крутизны склонов в распределении почв и растительности на Большом Кавказе // Ботанический журнал СССР. 1940. Т. 25. № 4-5. С. 378-405.

Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации. Справочник. С.-Пб., 1992. – 187 с.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Изд. 2-ое, доп. М.: Гидрометеоиздат, 1984. – 560 с.

Ильина И.С. Картографический метод в экологических исследованиях // Принципы и методы экологического картографирования. Пущино: ПНИЦ АН СССР, 1991. С. 32.

Исаченко А.Г. Экологические проблемы и эколого-географическое картографирование // Изв. ВГО, 1990. Т. 122, Вып. 4. С. 289-301.

Карта систем земной поверхности и почвенного покрова части Средней Азии, масштаб 1:1500000 / Гл. ред. И.Н. Степанов. М.: ГУГК СМ СССР, 1989. – 2 с.

Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. М.: Недра, 1982. – 251 с.

Ковалевский В.В. Геохимическая экология: Очерки. М.: Наука, 1974. – 299 с.

- Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. –573 с.
- Ковда В.А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосфера планеты. Пушкино: НЦБИ АН СССР, 1989. – 155 с.
- Комедчиков Н.Н., Лютый А.А. Экология России в картах. Аннотированный библиографический указатель карт и атласов. М.: Миннауки России, ИГ РАН, 1995. – 569 с.
- Комплексные проблемы геоэкологии /Отв. ред. М.Д. Пельменев. М.: ВСЕГИНГЕО, 1991. – 205 с.
- Котляков В.М., Кочуров Б.И., Коронкевич В.И. и др. Подходы к составлению экологических карт СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990. № 4. С. 61-85.
- Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М.: ВНИИПрироды, 1992. – 174 с.
- Курякова Г.А., Флоринский И.В., Шарый П.А. О корреляции между почвенной влажностью и некоторыми топографическими величинами //Современные проблемы географии и картографии почв. Мат. Всес. конф., 24-26 сент. 1991. М.: Почвенный ин-т им. Докучаева, 1992. С. 70-71.
- Лавренко Н.Н. Использование геоботанических карт для экологического районирования (на примере Омской области) // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. С. 108-121.
- Ландшафты, нагрузки, нормы /Под ред. Т.Д. Александровой, И.Ю. Долгушкина. М.: ИГАН, 1990. – 156 с.
- Львова Е.В. Равнины Крыма. Симферополь: Таврия, 1982. – 80 с.
- Лясковский Б.Ю., Яковенко П.И. Источники искусственного восполнения запасов подземных вод в степном Крыму // Водные ресурсы. 1980. № 4. С. 98-107.
- Методика определения техногенных территориально-дифференцированных нагрузок пестицидов и уровней загрязнения почв пашни по их остаточным количествам. М.: ЦИНАО, 1991. – 20 с.
- Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды /Ю.Е. Саэт, И.Л. Жаркович, Б.А. Ревич. М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.
- Методические рекомендации по дешифрированию космической информации для картографического обеспечения мероприятий по охране окружающей среды /Под ред. Е.А. Востокова. М.: ЦНИИГАиК, 1988. – 120 с.
- Методические рекомендации по картографированию динамики природных объектов на основе космической информации /Под ред. Е.А. Востокова, В.А. Сущеня, Л.А. Шевченко. М.: ГУГК, 1988. – 157 с.

- Методические указания по картографированию объемов применения пестицидов и содержания их остатков в почвах сельхозугодий. М.: ЦИНАО, 1984. – 33 с.
- Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. М.: Минздрав СССР, 1987. – 25 с.
- Методологические вопросы оценки состояния природной среды МНР. Пущино: НЦБИ АН СССР, 1990. – 133 с.
- Миграция и превращения пестицидов в окружающей среде. М.: Гидрометеоиздат, 1979. – 159 с.
- Новикова А.В. Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении (оценка пригодности территории под орошение на примере юга Украинской ССР). Киев: Урожай, 1975. – 184 с.
- Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Минрыбхоз СССР, 1990. – 46 с.
- Оросительные и обводнительные системы Северо-Крымского канала // Оросительные и обводнительные системы СССР. Вып. 2. УССР. М.: Минводхоз СССР, Главводпроект, Гипроводхоз, 1968. С. 7-18.
- Основы прогнозирования качества поверхностных вод. М.: Наука, 1982. – 181 с.
- Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование / Под ред. Н.Ф. Глазовского. М.: ИГ РАН, 1995. – 214 с.
- Поведение поллютантов в почвах и ландшафтах: Сб. науч. тр. Пущино: НЦБИ АН СССР, 1990. – 133 с.
- Поярков В.В. Экологические карты в общей системе картографического обеспечения // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. С. 58-64.
- Правовая охрана окружающей среды в странах Восточной Европы. М.: Высшая школа, 1990. – 368 с.
- Преображенский В.С. Экологические карты (содержание, требования) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990. № 6. С. 119-126.
- Природоохранные нормы и правила проектирования: Справочник. М.: Стройиздат, 1990. – 526 с.
- Разработать макет комплексного экологического атласа России и его ГИС-версию. Отчет по теме 5.3.4.1 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. Н.С. Касимов. М.: МГУ, 1995.
- Разработать методику экологического картографирования и районирования, включающую комплексную оценку факторов экологического воздействия, риска и опас-

ности: Отчет по теме 5.3.1.2 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. Б.И. Кочуров, В.Т. Жуков. М.: ИГ РАН, 1995.

Разработать методику картографирования и районирования территории России по степени геодинамически обусловленного экологического риска. Отчет по теме 5.3.3.17 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. С.Ф. Тимашов. М.: ТОО "КАСП Лтд", 1995.

Разработать методику комплексного ландшафтно-экологического картографирования территорий на федеральном, региональном и локальном уровнях с использованием аэрокосмических методов зондирования. Отчет по теме 5.3.6.1 Государственной программы "Экологическая безопасность России" /Отв. исп. П.Д. Гунин, Л.Н. Кулешов, С.В. Скатерщиков. М.: ИЭМЭЖ РАН, ГНИПЦ "Природа", 1995.

Разработать методику комплексного экологического картографирования. Отчет по теме 5.3.3.2 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. О.А. Евтеев, Б.И. Кочуров, О.И. Худяков. М.: МГУ, ИГ РАН, ИПФС РАН, 1995.

Разработать методы (в том числе автоматизированные) составления по материалам космической фотосъемки высокого разрешения инвентаризационной картографической базы регионального мониторинга земель (разного масштаба). Отчет по теме 5.3.1.5 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. С.В. Скатерщиков. М.: ГНИПЦ "Природа", 1995.

Разработать обоснование и программу формирования единой государственной системы банков топографо-геодезической и экологической информации. Отчет по теме 5.3.5.1 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. А.К. Суворов. М.: ГИПЭ, 1995.

Разработать обоснование структуры и содержание пакета эколого-тематических карт Арктики. Отчет по теме 5.3.3.9 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. И.Н. Сафонова. М.: ГосНИИОПАС, 1995.

Разработать серию эколого-тематических карт России масштаба 1:4 000 000. Отчет по теме 5.3.3.6 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. А.Н. Геннадиев, Н.Ф. Глазовский, А.А. Головин. М.: ИГ РАН, МГУ, ИМГРЭ, 1995.

Разработать систему информационного обеспечения экологического картографирования. Отчет по теме 5.3.3.1 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. А.М. Берлянт, А.К. Суворов. М.: МГУ, ГИПЭ, 1995.

Разработать структуру и содержание комплекта карт природных радионуклидов России масштаба 1:2 500 000 по материалам аэрогамmasпектрометрических съемок. Отчет по теме 5.3.3.16 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. Е.Б. Высокоостровская. М.: Ассоциация "Росгеофизика", 1995.

Разработать унифицированные требования к составу и содержанию экологических карт. Отчет по теме 5.3.1.1 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. А.В. Антипова, В.К. Бронникова, А.В. Дончева. М.: МГУ, ИГ РАН, ВНИИПрироды, 1995.

Разработать экологическую карту России масштаба 1:2 500 000. Отчет по теме 5.3.3.5 Государственной программы "Экологическая безопасность России" / Отв. исп. О.А. Евтеев, Б.И. Кочуров, В.Г. Бострем. М.: МГУ, ИГ РАН, ГИН РАН, 1995.

Районирование территории России по экологической напряженности: Карта. Масштаб 1:8 000 000. М.: ИГ РАН, 1992.

Рачковская Е.И., Огарь Н.П., Новикова С.С. и др. Подходы к составлению экологических карт разных типов // Принципы и методы экологического картографирования. Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. С. 22-23.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Современное состояние нормативной базы в области охраны природы в СССР: Обзор. М.: ИГАН, 1990. – 72 с.

Солиццева Н.П.; Касимов Н.С. Техногенные потоки и ландшафтно-геохимические барьеры // Исследования окружающей среды геохимическими методами. М.: ИМГРЭ, 1982. С. 15-25.

Состояние окружающей природной среды Российской Федерации: Карта. Масштаб 1:8 000 000 / Отв. ред. Н.Г. Рыбальский, Г.Ф. Мельников. М.: РЭФИА, 1996.

Степанов И.Н. Галогеохимическая концепция нормализации экологической обстановки Аральского региона // Геометрия структур земной поверхности. Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. С. 98-124.

Степанов И.Н., Флоринский И.В., Шарый П.А. О концептуальной схеме исследований ландшафта // Геометрия структур земной поверхности. Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. С. 9-15.

Стурман В.И. О влиянии рельефа на загрязнение городской территории (на примере г. Ижевска) // Геоморфология, 1994. № 4. С. 29-31.

Стурман В.И. Основы экологического картографирования. Ижевск: Изд-во Удм. гос. ун-та, 1995. – 220 с.

Факторы и механизмы устойчивости геосистем / Отв. ред. Т.П. Куприянова. М.: ИГАН, 1989. – 333 с.

Флоринский И.В. Визуализация линеаментов и структур центрального типа: количественные топографические подходы. Пущино: ПНЦ РАН, 1992. – 47 с.

Флоринский И.В. Международный опыт использования цифровых моделей рельефа при автоматизированном анализе данных дистанционного зондирования // Геодезия и картография, 1995. № 12. С. 33-38.

- Флоринский И.В. Узлы пересечения разломов и зоны аккумуляции потоков: анализ соотношений // Изв. РАН. Сер. геогр., 1996, (в редакции).
- Флоринский И.В., Грохлина Т.И., Михайлова Н.Л. LANDLORD 2.0: система анализа и картографирования геометрических характеристик рельефа // Геодезия и картография, 1995. № 5. С. 46-51.
- Харин Н.Г. Комплексные карты опустынивания и методика их составления по космическим снимкам // Исследование Земли из космоса, 1985. № 1. С. 52-59.
- Чистов С.В. Принципы классификации геоинформации для целей рационального природопользования // Информационные аспекты рационального природопользования. Саранск.: Мордовск. гос. ун-т, 1990а, С. 5-9.
- Чистов С.В., Воскресенский К.С. Методика прогноза неблагоприятных криогенных процессов // Экзогенные процессы и окружающая среда. М.: Изд-во МГУ 1990б. С. 97-102.
- Чистов С.В. Оценка природных условий мегаполиса Москвы в зависимости от характера загрязнений // Окружающая среда и проблемы паразитарного загрязнения. М.: ИНПА РАН, 1994. С. 67-78.
- Чистов С.В. Разработка состава задач, реализуемых в экологических геоинформационных системах // ГеоэкоИнформатика. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 92-97.
- Хильчевский В.К., Чеботько К.А. Оценка эколого-гидрохимического состояния природных вод Украины // Водные ресурсы, 1994. Т. 21. № 2. С. 182-188.
- Шарый П.А. Топографический метод вторых производных // Геометрия структур земной поверхности. Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. С. 30-60.
- Шарый П.А., Курякова Г.А., Флоринский И.В. О международном опыте применения методов топографии в ландшафтных исследованиях (краткий обзор). Там же. С. 15-29.
- Экологические и природоохранные карты и атласы России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Аннотированный библиографический указатель / Под ред. Н.Е. Котельниковой. М.: Российская государственная библиотека, 1993. – 156 с.
- Экологическое картографирование с использованием аэрокосмической информации. М.: ЦНИИГАиК, 1994. – 110 с.
- Ярошенко П.Д. Геоботаника. Основные понятия, направления и методы. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 474 с.
- Beven K.J., Kirkby M.J. A physically-based variable contributing area model of basin hydrology // Hydrol. Sci. Bul. 1979. Vol. 24. № 1. P. 43-69.
- Burt T.P., Butcher D.P. Topographic controls of soil moisture distribution // J. Soil Sci., 1985. Vol. 36. № 3. P. 469-486.

- Geiger R. The Climate near the Ground. Transl. by Scripta Technica from the 4th German ed. 2d print. Cambridge: Harvard University Press, 1966. – 611 p.
- Huggett R.J. Soil landscape systems: a model of soil genesis // Geoderma, 1975. Vol. 13. № 1. P. 1-22.
- Dikau R. Case studies in the development of derived geomorphic maps // Geolog. Jahr. 1988. Vol. A 104. P. 329-338.
- Evans I.S. An integrated system of terrain analysis and slope mapping // Zeit. Geomorph. 1980. Suppl. Bd. 36. P. 274-295.
- Florinsky I.V., Kuryakova G.A. Influence of topography on some vegetation cover properties // Catena, 1996. Vol. 27. № 2. P. 123-141.
- Kirkby M.S., Chorley R.J. Throughflow, overland flow and erosion // Bull. Int. As. Sci. Hydrol. 1967. Vol. 12. № 3. P. 5-21.
- Lanyon L.E., Hall G.F. Land surface morphology: 2. Predicting potential landscape instability in eastern Ohio // Soil Sci. 1983. Vol. 136. № 6. P. 382-386.
- Martz L.W., de Jong E. Natural radionuclides in the soils in small agricultural basin in the Canadian Prairies and their associations with topography, properties and erosion // Catena, 1990. Vol. 17. № 1. P. 85-96.
- Moore I.D., Grayson R.B., Ladson A.R. Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications // Hydrol. Proc. 1991. Vol. 5. № 1 P. 3-30.
- Moore I.D., Gessler P.E., Nielsen G.A. et al. Soil attribute prediction using terrain analysis // Soil Sci. Soc. Am. J. 1993. Vol. 57. № 2. P. 443-452.
- Pennock D.J., ZebARTH B.J., de Jong E. Landform classification and soil distribution in hummocky terrain, Saskatchewan, Canada // Geoderma. 1987. Vol. 40. № 3-4. P.297-15.
- Quinn P.F., Beven K.J., Chevallier P. et al. The prediction of hillslope flowpaths for distributed modelling using digital terrain models // Hydrol. Proc. 1991. Vol. 5. № 1. P. 59-80.
- Schut G.H. Review of interpolation methods for digital terrain models // Canad. Surv. 1976. Vol. 30. № 5. P. 389-412.
- Shary P.A. Land surface in gravity points classification by complete system of curvatures // Mathematical Geology, 1995. Vol. 27. № 3. P. 373-390.
- Sinai G., Zaslavsky D., Golany P. The effect of soil surface curvature on moisture and yield - Beer Sheba observations // Soil Sci. 1981. Vol. 132. № 5. P. 367-375.
- Speight J.G. Parametric description of landform // Land Evaluation. Melbourne: Macmillan, 1968. P. 239-250.
- Young A. Slopes. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1972. – 288 p.

Приложение 1

Список научно-исследовательских организаций и учебных заведений – исполнителей работ по созданию макета Экологического атласа Арктики

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт

Агрофизический научно-исследовательский институт

Ботанический институт РАН

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии

Всероссийский научно-исследовательский институт космоаэрогеологических методов

Всероссийский геологический институт

Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы и заповедного дела

Главная геофизическая обсерватория им. В.В. Войкова

Государственный гидрологический институт

Государственный научно-исследовательский институт охраны природы Арктики и Севера

Зоологический институт РАН

Институт географии РАН

Институт промышленной экологии Севера, Кольский НЦ РАН

Институт экологии растений и животных УрО РАН

Малое государственное предприятие "Мониторинг Арктики"

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Научно-исследовательский институт географии при Санкт-Петербургском государственном университете

Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве

Российский институт мониторинга земель и экосистем

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербургский педагогический университет

Приложение 2

*Список научно-исследовательских организаций и учебных
заведений – исполнителей работ по созданию
Экологического атласа России*

Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (головная организация)

Институт географии РАН

Институт этнологии РАН им. Н.Н. Миклухо-Маклая

Главная геофизическая обсерватория им. В.В. Воейкова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Институт глобального климата и экологии РАН и Росгидромета

Государственный институт прикладной экологии Минприроды России

Геологический институт РАН

Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН

Институт географии Санкт-Петербургского государственного университета

Всероссийский научно-исследовательский центр "Лесоресурсы"

Международный институт леса

**ЭКОЛОГИЯ РОССИИ
ИТОГИ НАУКИ И ПРАКТИКИ. ВЫП. 2
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ**

**Сергей Владимирович Чистов,
Игорь Васильевич Флоринский**

Ответственные редакторы В.Г. Жуков, Н.Г. Рыбальский
Редакторы Е.М. Пушкина, М.И. Сальникова
Компьютерная верстка М.И. Дранникова

Подписано в печать 30.12.96 Формат 60x88/16
Усл.-печ. л. 8.0 Тираж 200 экз.

Издательско-полиграфический комплекс РЭФИА
Адрес: 123812, Москва, ул. Б.Грузинская, 4/6
Тел./факс: 915-10-39, 915-10-42
E-mail: itc@refia.msk.ru
<http://www.refia.msu.ru>

**РОССИЙСКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО (РЭФИА) создает карты не только
на бумажной, но тканевой и пленочной основах.**

Технология создания таких карт является качественно новой в мировой практике, подтверждена авторскими свидетельствами на изобретение. Карты на тканевой и пленочной основах обладают повышенными потребительскими качествами, удобны в использовании, стойки к физическим, химическим и атмосферным воздействиям, эстетически хорошо выглядят. Технология позволяет воспроизводить не только графические элементы карты, но и художественные (полутоновые) произведения (портреты, пейзажи и т.д.).

Области применения технологии создания карт на тканевой и пленочной основах очень разнообразны. Могут создаваться туристические карты России, карты стран ближнего и дальнего зарубежья, буклеты для коллекционеров, карты исторического и экологического содержания, календари с различной художественной и графической информацией, художественные произведения различной тематической направленности, рекламные щиты, учебные карты, школьные атласы и другая графическая и художественная продукция.

