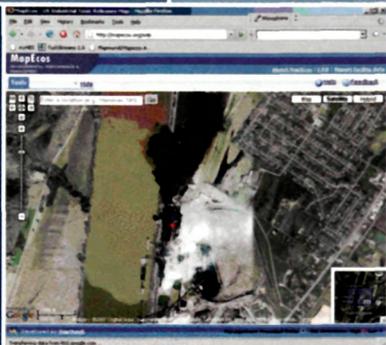


Высшее профессиональное образование

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Учебное пособие



Естественные
науки

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН
И ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Под редакцией профессора Б. И. Кочурова

*Допущено
Учебно-методическим объединением
по классическому университетскому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению «Экология и природопользование»*



Москва

Издательский центр «Академия»

2009

УДК 528.912(075.8)
ББК 26.17я73
Г35

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *В. В. Гутенев* (Российская академия государственной службы при Президенте РФ);
канд. геогр. наук *Н. Н. Комедчиков* (зав. лабораторией картографии Института географии РАН);
д-р геогр. наук, проф. *В. С. Тихунов* (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова)

Г35 **Геоэкологическое картографирование** : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска] ; под ред. Б. И. Кочурова. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 192 с., [24 с. цв. вкл.]

ISBN 978-5-7695-4940-3

В учебном пособии рассмотрены принципы и методы разработки геоэкологических (экологических) карт и их место в системе тематического картографирования. Приведена классификация карт по разным критериям и дан анализ общей системы современного геоэкологического картографирования. Подробно освещены разработка и составление отдельных частных и комплексных карт экологического содержания. Особое внимание уделено комплексному картографированию экологических проблем и ситуаций.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезно широкому кругу читателей, заинтересованных в экологическом благополучии территории России.

УДК 528.912(075.8)
ББК 26.17я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

Учебное издание

**Кочуров Борис Иванович, Шишкина Диана Юрьевна,
Антипова Ангелина Васильевна, Костовска Силвия Костадинова**

Геоэкологическое картографирование

Учебное пособие

Редактор *И. В. Пирогова*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *В. А. Крыжко*
Корректор *Г. Н. Петрова*

Изд. № 101112920. Подписано в печать 30.10.2008. Формат 70×100/16.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,6 (в т. ч. цв. вкл. 1,95).
Тираж 2000 экз. Заказ № 27514.

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004.
117342, Москва, ул. Бултерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (495) 330-1092, 334-8337.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru

ISBN 978-5-7695-4940-3

© Коллектив авторов, 2009
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2009
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Картографирование как метод пространственного анализа является одним из важнейших приемов и средств, сопровождающих все без исключения географические исследования, которые на современном этапе становятся все более экологизированными. Среди них — возникшее в конце XX в. междисциплинарное направление, получившее название «геоэкология». Его основной объект — система «природа — социум» («природа — общество»), которая может изучаться как с позиций естественно-научных (геоэкологических), так и гуманитарных (социально-экологических) дисциплин. Исследовательской базой для этого направления служит ландшафтная структура территории, представленная совокупностью природных и природно-антропогенных ландшафтов (геосистем), которые получают оценку как среда обитания и объект хозяйственной деятельности человека. Развитие геоэкологии приводит не только к появлению новых по содержанию и назначению карт, но и к смене концепций картографирования, подходов к созданию карт и способов отображения на них объектов и явлений, приобретающих экологическое значение.

Создание геоэкологических (экологических) карт следует рассматривать как логическое завершение самостоятельного исследования — эколого-географического (экодиагностического) анализа любой территории, нацеленного на определение тех условий и свойств, которые характеризуют окружающую человека среду. Критерии и показатели, отражаемые на таких тематических картах, имеют строго антропоцентрический смысл и соответствуют тем экологическим требованиям, которые человек предъявляет к окружающей среде, к ее природным и природно-антропогенным элементам.

Взаимодействие человека с окружающей природной средой обусловлено его материальными и духовными потребностями. Для понимания его места и роли в современном мире необходимо установить связи человека с теми экологически значимыми и ценными свойствами природной среды (ландшафтов), которые в комплексе обеспечивают его выживание, практическую деятельность, интеллектуальное и духовное развитие.

К важнейшим для человека экологическим свойствам среды относятся выгодное географическое положение, наличие различных природных ресурсов, уровень тепло- и влагообеспеченности территории, водные пути, красота природных ландшафтов, их уникальность и неповторимость и др. Отбор этих свойств (показателей), их анализ и оценка — ключевые моменты в эколого-географических (экодиагностических) исследованиях, способствующих гармонизации отношений общества и природы при организации системы природопользования и рациональному обустройству территории на ландшафтной основе. Территория, которая служит естественным базисом размещения всех элементов среды обитания человека, является важнейшей подсистемой в геоэкосоцио-

системе. Поэтому оценка и картографирование экологического состояния отдельных территориальных выделов с учетом их устойчивости и способности к самовосстановлению присущих им природных ландшафтов — одна из важнейших задач всего экодиагностического исследования.

На современном этапе геоэкологическое (экологическое) картографирование уже достаточно прочно утвердилось в географии и геоэкологии, находя все более широкие подходы к созданию картографических произведений различного экологического содержания. Значительный интерес к геоэкологическим картам, обусловленный главным образом стремлением понять и улучшить окружающую человека среду, предъявляет высокие требования к созданию данных карт, заставляет увеличивать не только информационную емкость экологических картографических материалов, но и их наглядность, доступность для восприятия и практического использования.

Несмотря на относительную «молодость» геоэкологическое картографирование уже накопило достаточно обширный опыт, о чем свидетельствует большое количество публикаций, использованных при создании данного учебного пособия. Особое место среди карт экологического содержания принадлежит картам комплексной оценки экологического состояния территории, раскрывающим на основе различных тематических и частных экологических карт закономерности и особенности взаимодействия системы «природа — общество» на конкретных территориях.

В предлагаемом читателю учебном пособии представлены итоги развития геоэкологического (экологического) картографирования в XX в. и указаны некоторые тенденции в разработке данного направления в XXI в.

Своеобразие взгляда авторского коллектива на суть геоэкологического картографирования нашло отражение в структуре учебного пособия, отборе значимых вопросов, использовании методов изучения и способов изложения материала.

Структура учебного пособия построена по принципу от «частного к общему» и имеет следующие разделы: «Введение», «Теоретические и методические основы геоэкологического картографирования», «Тематические группы экологических карт (обзор)», «Комплексное экологическое картографирование», «Виды и направления экологического районирования», «Атласное экологическое картографирование», «Заключение», «Словарь терминов», а также приложения, включающие организационно-методический раздел, учебно-тематический план со списком обязательной и дополнительной литературы и контрольными вопросами, практические занятия, темы рефератов и перечень вопросов к экзамену.

Приведенные в книге схемы, карты, словарь терминов, вопросы и задания призваны помочь лучшему усвоению и закреплению материала и должны способствовать самостоятельной, творческой работе студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдаемые во многих регионах мира ухудшение состояния окружающей природной среды, видоизменение и деградация природных геосистем и условий жизнеобеспечения населения ведут к появлению реальной экологической опасности с далеко идущими и непредсказуемыми последствиями для существования человечества. Отсюда постоянно возрастающее внимание человеческого общества к экологическим проблемам и усилия, предпринимаемые для сохранения окружающей природной среды со всеми ее свойствами и разнообразием. Все более востребованными и перспективными становятся исследования по оценке состояния окружающей природной среды и определению степени благоприятности или неблагоприятности условий на конкретных территориях для проживания населения.

Объединение усилий географии и экологии для решения проблем, а точнее для оценки пространственно-временных особенностей взаимодействия общества со средой, привело к появлению особого научного направления, обозначаемого термином «геоэкология», имеющим чрезвычайно широкое толкование. Современные геоэкологические представления в значительной степени основаны на системных и антропоцентрических подходах, активно развивающихся в последние десятилетия XX— начала XXI в.

Взаимодействие между обществом и окружающей средой, которое происходит в различных зонально-природных и социально-экономических условиях, на уровне конкретных современных геосистем, т. е. на определенных территориях, заставляет рассматривать в качестве объекта изучения геоэкологии сложные экосистемы, представленные различными природно-антропогенными комплексами, ядром которых является сам человек. В таких экосистемах человек живет не только в природной, но и в техногенной, хозяйственно-экономической, социальной, этнокультурной и многих других средах, которые обретают территориальное выражение. Все эти окружающие человека среды взаимосвязаны, дифференцированы, интегрированы в различные структуры и образуют общую геоэкосоциосистему.

Геоэкология призвана разрабатывать целостную систему пространственно-временного анализа экологической обстановки, а также причин возникновения и территориального распространения экологических проблем и ситуаций и вытекающие из такого анализа способы их классификации, оценки и картографирования. В целом геоэкологию можно рассматривать как своеобразную экодиагностику территории, заключающуюся в выявлении и изучении признаков, которые характеризуют современное и ожидаемое состояние окружающей среды и отдельных геосистем. При этом основным стержнем экодиагностики остается изучение природных свойств территории и тех их изменений, которые имеют важное экологическое значение с точки зрения проживания человека.

Изучение такого сложного объекта, как геоэкосоциосистема, в целях системного и пространственного синтеза данных и знаний предполагает использование совокупности географических, экологических и иных методов исследования. Среди них важнейшее место занимают геосистемный анализ, получивший широкое распространение в комплексных географических и ландшафтных исследованиях, а также эколого-географический анализ, завоевывающий все более устойчивые позиции в науках об окружающей среде.

В экодиагностике геосистемный и эколого-географический анализ направлен прежде всего на экологическую (геоэкологическую) оценку территории, т.е. на определение степени пригодности природно-ландшафтных условий (в том числе и измененных человеком) для проживания населения и занятия хозяйственной деятельностью.

Обращение к ландшафтной структуре территории и использование выявляемых целостных многокомпонентных геосистем в качестве основы для оценки экологических свойств окружающей среды обусловлены рядом преимуществ, позволяющих сделать эколого-географический анализ более углубленным. Среди таких преимуществ — возможность рассматривать весь комплекс взаимодействующих в геоэкосоциосистеме компонентов и все происходящие или ожидаемые изменения и последствия фиксировать в каждом из компонентов, имеющих пространственную привязку.

Как известно, от свойств и состояния природных ландшафтов зависят чрезвычайно важные для человека и весьма уязвимые при антропогенных воздействиях естественные средо- и ресурсовоспроизводящие процессы. В полной мере такие восстановительные функции способны выполнять лишь ландшафты, находящиеся в нормальном, ненарушенном состоянии. Если же природные компоненты оказываются нарушенными, выполнение ландшафтом названных функций становится неполным или совсем прекращается. Это приводит к потерям (ущербу) вследствие истощения природных ресурсов, снижения урожаев, роста заболеваемости населения и т.п. Иначе говоря, степень нарушения природных компонентов ландшафтов непосредственно влияет на уровень удовлетворения человеческих потребностей. Таким образом, все свойства природной среды, свидетельствующие о степени ее благополучия (неблагополучия), экологически значимы для человека.

Экологическая оценка территории (экодиагностика) состоит из следующих основных этапов:

- характеристика природно-ландшафтной дифференциации территории;
- оценка свойств, составляющих ее эколого-ресурсный потенциал;
- выявление потенциальной способности ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам;
- установление антропогенных воздействий на каждый ландшафт;
- определение состояния ландшафтов по изменениям их компонентов;
- определение экологических проблем и ситуаций и оценка степени их остроты;
- картографирование экологических проблем и ситуаций;
- разработка рекомендаций по улучшению экологической обстановки.

Экологическое картографирование, являясь одним из этапов экодиагностики, позволяет получить объективную, достоверную и наглядную информацию о состоянии окружающей среды определенной территории, в том числе

и о пространственной дифференциации экологических проблем и их сочетаний (экоситуаций).

Помимо разработки комплексных карт экологических проблем и ситуаций, т. е. собственно эколого-географического (экодиагностического) направления, в очень широкой сфере геоэкологического картографирования как такового существуют и другие подходы к оценке и отображению на карте состояния окружающей среды: по состоянию отдельных компонентов (атмосферы, воды, почв, растительности и т. п.), по распространению загрязнений, по степени деградации ландшафтов, по оценке природных условий жизни населения и т. д.

По мнению В. С. Преображенского (1990), экологические карты — это не карты природы вообще (ландшафтные, почвенные, геоботанические), а карты, показывающие отношения человека и окружающей его природы. Множество этих отношений можно выразить различными частными картами и очень трудно выразить их на единой комплексной экологической карте.

Разработка комплексных экологических карт и их названия тесно связаны с современным пониманием предмета экологии как отношений человеческого организма и среды (Б. И. Кочуров, Н. А. Жеребцова, 1994).

По мнению Л. Г. Руденко и А. Н. Бочковской (1992), эколого-географическое картографирование зародилось в рамках картографирования природопользования и охраны окружающей среды и оформилось как самостоятельный раздел тематического картографирования. Появился новый тип карт, отображающих пространственно-временные аспекты взаимодействия природы и общества с антропоцентрической точки зрения. Эти карты являются оценочными и несут сугубо субъект-объектный характер.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что сфера геоэкологического картографирования отчасти соприкасается с областями биоэкологического и антропоэкологического картографирования.

Биоэкологическое картографирование принадлежит к самостоятельному направлению — биоэкологии и имеет целью картографическое отображение результатов аналитических исследований экологического состояния биоты. Характеристика других факторов окружающей среды дается на таких картах лишь в том объеме, который необходим для показа условий обитания отдельных организмов, в том числе и человека. Примером могут служить фитоэкологические карты, которые отражают основные связи растительности с условиями обитания различных видов и поэтому могут использоваться для индикации фитоэкологических параметров среды (В. Т. Жуков и др., 1999).

Антропоэкологическое направление в картографии наиболее тесно связано с экологией человека, изучающей широкий круг демографических, медицинских, социологических и других показателей, непосредственно относящихся к человеку или к отдельным человеческим общностям, в том числе и характеризующих степень адаптации человека к окружающей природной среде (Т. И. Алексеева, 1977, 1998; Б. Б. Прохоров, 1998).

Геоэкологическое направление как наиболее широкая сфера экологического картографирования занимается разработкой различных видов карт по охране природы, в которых центральным объектом является природа, испытывающая массивные антропогенные воздействия, стремительно меняющиеся природные процессы, геосистемы и их компоненты, сформированные на протяжении миллионов лет эволюции. На тематических (отраслевых) кар-

тах этого направления находят отражение прежде всего отдельные результаты антропогенных воздействий (виды загрязнений, характер загрязнителей в различных средах, геохимические показатели и т. п.), а также синергетические эффекты и общее состояние геосистем всех уровней, включая биосферу, что дает возможность использовать такие карты для разработки конкретных мер по охране природы.

В. Т. Жуков с соавторами (1999) сформулировали следующие принципы геоэкологического картографирования:

– *принцип системного анализа-синтеза* требует учета и картографирования структуры, состава, функционирования, динамики и эволюции всех подсистем — природной, хозяйственной, населенческой;

– *эволюционно-генетический принцип* вытекает из требований системного подхода, отражает необходимость поиска временных и генетических характеристик изучаемых объектов, процессов и явлений в системе «природа — население — хозяйство», их анализа и картографирования;

– *факторальный принцип* направлен на поиск, выявление и исследование причинно-следственных отношений в указанной системе и ее отдельных блоках (т. е. выявление системообразующих связей);

– *структурно-морфологический принцип* нацеливает на изучение морфологических характеристик исследуемого объекта, его компонентного (элементарного) состава и суперпозиций между отдельными блоками-подсистемами;

– *процессуально-динамический принцип* отражает необходимость изучения процессов функционирования энергомассообмена в системе и подсистемах триады «природа — население — хозяйство».

В этот перечень необходимо включить также *принцип приоритетности антропоцентрического подхода* при оценке любой экологической ситуации. Помимо общеметодологических, важную роль играет и ряд частных принципов, в том числе *модульный*, предусматривающий последовательное выполнение процедур, которые имеют одинаковое целевое назначение и определяют функционирование отдельных методов картографирования, и *принцип сочетаемости* (комбинационный), обеспечивающий взаимное сочетание и расположение объектов по определенным правилам (Б. И. Кочуров, Н. Н. Малахова, 1997).

Общее наиболее наглядное и комплексное представление о состоянии окружающей природной среды можно получить по результатам экодиагностических исследований территорий с использованием геосистемного и эколого-географического анализа. Итоговые комплексные экологические карты в этих исследованиях интегрируют и синтезируют данные частных экологических карт также с антропоцентрических позиций.

О том, что такое комплексное направление в экологическом картографировании реально существует, свидетельствуют разработки Института географии РАН, выполненные совместно со специалистами других российских организаций, которые нашли свое отражение в сводных и справочных изданиях (Н. Н. Комедчиков, А. А. Лютый и др., 1993; Н. Н. Комедчиков, А. А. Лютый, 1995). Исходя из этих работ и принимая во внимание основные экологические факторы, формирующие условия проживания населения, все разнообразие уже разработанных экологических карт можно разделить на несколько тематических групп:

- карты оценки природных условий и ресурсов для жизни и деятельности человека;
- карты экологически неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений;
- карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям;
- карты антропогенных воздействий на природную среду и ее изменений.

Можно выделить и ряд других групп, включая карты медико-географические и карты охраны природы, а также комплексные экологические (геоэкологические или эколого-географические) карты, которые получили в настоящем издании наиболее полную характеристику.

Большое значение для экологического картографирования имеет создание геоинформационной базы, обеспечивающей все этапы изучения и картографирования экологических проблем и ситуаций. Несмотря на все увеличивающиеся потоки сведений о взаимодействии природы и общества, недостаток достоверной информации вследствие отсутствия всестороннего геоэкологического мониторинга ощущается постоянно и всюду, поэтому особое внимание необходимо уделять информации, получаемой с отраслевых и комплексных географических карт и космофотоснимков, а также использованию ГИС-технологий.

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

1.1. История становления и современное состояние геоэкологического картографирования. Классификация карт

Становление и развитие геоэкологического картографирования. В историческом плане современное геоэкологическое (экологическое) картографирование возникло и развилось на базе теоретических установок и методических приемов, относящихся к разным направлениям тематического картографирования. Предшественниками экологических можно считать карты, созданные на основе биоэкологического и антропоэкологического подходов.

В рамках геоботанического картографирования зародилось фитоэкологическое картографирование, основной объект которого — условия существования растений, их взаимосвязи со средой. Основоположниками его следует считать французскую школу экологического картографирования растительности. Примечательно, что термин «экологическая карта» также введен французскими геоботаниками в 70-е гг. XX в. В СССР близкие по содержанию работы проводились под руководством В. Б. Сочавы в Институте географии СО АН СССР. Так, еще в 1977 г. была выпущена «Корреляционная эколого-фитоценотическая карта Азиатской России» масштаба 1 : 7 500 000 (И. И. Букс и др.). Определенное распространение получили и зооэкологические карты.

Первоначально аспекты взаимодействия человека с окружающей средой не включались в сферу экологического картографирования. По мнению В. Б. Сочавы (1979), «экологические карты как карты экосистем должны отражать их критические компоненты и основные связи между животными и растениями. Человек в экосистему не входит. Она картируется как одна из составляющих среды человека, а не как среда в целом со многими ее компонентами, поэтому в отношении последнего расширять содержание экологических карт нет надобности».

Вопросы взаимодействия человека и природы, включая и последствия этого взаимодействия, успешно изучали другие отрасли тематического картографирования, прежде всего медико-географическое. Этапом в развитии экологического картографирования стала разработка карт природных условий жизни населения. Исследования О. Р. Назаревского с соавторами получили картографическое выражение на изданной в 1984 г. «Карте оценки природных условий жизни населения СССР». На ней отражена оценка отдельных элементов природных условий по типичным местностям, выделены зоны природных условий жизни населения, показана степень их благоприятности в сравнении с условиями средней полосы европейской части СССР.

По мнению многих исследователей (Л. Г. Руденко, А. И. Бочковская, 1992), эколого-географическое картографирование зародилось в рамках картографирования природопользования и охраны окружающей среды. В современном понимании карты природопользования начали разрабатывать с конца 60-х гг. XX в. Эти карты отражали хозяйственное использование территорий, антропогенное воздействие на природу, состояние окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов, природоохранные мероприятия и т. д. Одними из первых публикаций по картографическим исследованиям проблем природопользования стали работы сотрудников Отделения географии АН УССР (А. П. Золотовский и др., 1978).

Анализ картографических исследований в области природопользования и охраны природы показывает их явную экологическую направленность. Эту тенденцию подтверждает анализ значительного количества карт природоохранных атласов. Экологическая направленность карт проявляется в их содержании, отображающем «подсистемы или некоторые компоненты элементов природной среды и их влияние на человека, их связи с элементами социальными и техногенеза; элементы техногенной среды и их влияние на человека и природную среду; эрозию, уничтожение растительности и видов животных; вредные для человека явления, эстетическое состояние окружающей среды» (И. Ю. Левицкий, 1986). Такие акценты говорят о начале перехода к исследованиям другого качества и уровня.

Развитию экологического картографирования в немалой степени способствовала общественно-политическая обстановка в СССР в конце 80-х гг. XX в., когда резко возрос интерес широкой общественности к экологическим проблемам в стране, возникли и развивались общественные экологические организации. На этом этапе экологические карты рассматривались в качестве научного обеспечения программ и действий экологического движения в стране.

В условиях провозглашенного курса на экологизацию внутренней и внешней политики возникли насущные задачи картографического обеспечения решения экологических проблем, планирования, управления природопользованием. Необходимость экологического картографирования была признана на государственном уровне: в постановлении Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны» ставилась задача создания экологических карт территории СССР и его крупных регионов. В 1993 г. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ приняло обширную программу по экологической безопасности России, в которой значительное место уделено экологическому картографированию.

Знаковым событием в истории экологического картографирования, позволившим выделить его в самостоятельную отрасль тематического картографирования, была разработка комплексных экологических карт. Первой из них стала «Карта наиболее острых экологических ситуаций СССР» масштаба 1 : 8 000 000, созданная в Институте географии АН СССР под руководством Б. И. Кочурова в 1989 г. Она вызвала огромный интерес в научных кругах и широких слоях общественности, была опубликована в научных и популярных изданиях, вошла в национальные доклады по состоянию окружающей среды СССР и России за 1989, 1990 и 1991 гг.

На карте показаны ареалы экологических ситуаций различных степеней остроты, возникших в результате негативных изменений экологически значи-

мых свойств ландшафтов, важных для человека и его хозяйственной деятельности. Антропоцентрический подход и оценочность — главные принципы составления данной карты.

Другое концептуальное направление комплексного экологического картографирования, возникшее в это же время и разрабатываемое А. Г. Исаченко (1993), подразумевает прежде всего отказ от какой-либо оценки. Считается, что оценка, как и прогноз, — предмет отображения на вторичных картах, производных от «общей», или «универсальной». При создании такой «общей» карты приоритет отдается экологическим типам ландшафтов, которые выделяются по экологическому потенциалу и по основным последствиям антропогенного вмешательства. Дополнительными элементами содержания являются очаговые техногенные воздействия и специфические естественные и антропогенные экологические аномалии. На этих принципах построены эколого-географические карты Севера Европейской России (масштаб 1 : 4 000 000), бассейна Ладожского озера (масштаб 1 : 1 500 000) и Вологодской области (масштаб 1 : 2 500 000).

Конец 80-х — начало 90-х гг. XX в. — период бурного развития экологического картографирования, о чем свидетельствуют обилие публикаций в научной и массовой периодической печати, выпуск тематических сборников, демонстрации многочисленных изданных и рукописных карт (А. Г. Исаченко, 1992).

Интерес к экологическому картографированию отражается в проведении большого числа конференций и совещаний. Толчком для развития концептуальных исследований можно считать семинар по эколого-географическому картографированию Сибири, организованный в 1986 г. в Иркутске Институтом географии СО АН СССР. Именно здесь была выдвинута задача разработки теоретико-методических принципов эколого-географического картографирования и дана одна из первых его научных трактовок как интегрального направления современного развития различных отраслей тематической картографии (Л. Г. Руденко, А. И. Бочковская, 1992).

В дальнейшем теоретические, методологические, методические вопросы экологического картографирования постоянно обсуждались на различных географических и картографических собраниях: IX Всесоюзной конференции по тематическому картографированию (Харьков, 1988), IV Региональной конференции по тематической картографии (Иркутск, 1989), совещании «Проблемы эколого-хозяйственного состояния территории и составление экологических карт» (Коломна, 1990), IX съезде Географического общества СССР (Казань, 1990), совещании «Принципы и методы экологического картографирования» (Пушино, 1991).

Развитие экологического картографирования в начале 90-х гг. XX в. идет в направлении массовой разработки комплексных экологических карт более крупных масштабов, создаваемых широким кругом научных и производственных учреждений во многих регионах России. В основном эти карты построены с применением ландшафтного подхода, показывают размещение отдельных видов использования земель, источников загрязнения, нередко с количественными характеристиками. Как правило, на них отражено также состояние отдельных компонентов окружающей среды. В качестве примера можно привести экологическую карту Ленинградской области (1990).

Проблемно-экологический подход, требующий высочайшей квалификации разработчиков и огромного количества информации, получил меньшее распространение. Воплощением такого подхода в региональных исследованиях стала «Карта экологических ситуаций Республики Татарстан» (1994). Экологическая обстановка проанализирована по административным районам, в качестве основного критерия принят интегральный показатель из двенадцати факторов антропогенного воздействия.

Середина 90-х гг. XX в. отмечена многочисленными разработками теоретических концепций, принципов и методов в области регионального атласного картографирования (В. Е. Закруткин и др., 1999). Различаясь в деталях, все они предусматривают сходную структуру атласов, которые состоят из нескольких блоков, посвященных природным и антропогенным факторам, влияющим на экологическую обстановку, состоянию компонентов окружающей среды, здоровью населения. Как правило, проводится и интегральная оценка экологической ситуации.

Современное состояние геоэкологического картографирования. К настоящему времени сформировались научные школы, создавшие на базе собственных концепций многочисленные картографические произведения. В их числе — школа экодиагностики и экологического картографирования, развивающаяся в Институте географии РАН, где подготовлена серия экологических карт разного масштаба, охватывающих территорию всей России, территории отдельных ее регионов, областей, краев, а также других стран (США, Китай). Новейшие разработки этого коллектива — созданные в 2002 г. интегральная комплексная карта экорегионов России и карта, отражающая экологические и социально-экономические ситуации, сложившиеся в России на рубеже XX и XXI вв.

Признанным центром экологического картографирования является и географический факультет МГУ. Среди его разработок выделяются «Эколого-географическая карта России» масштаба 1 : 4 000 000, созданная в 1991 г. (опубликована в 1996 г.) совместно с Институтом географии СО РАН и НИИ географии СПбГУ, и первый научно-справочный «Экологический атлас России», вышедший в свет в 2002 г. Во многих научных центрах сформировались и успешно работают региональные научные школы.

Результаты исследований в области экологического картографирования освещаются в отечественных научных журналах: «Известия РАН. Серия географическая», «География и природные ресурсы», «Известия РГО», «Геодезия и картография», «Экологические системы и приборы» и др. Традиционно большое внимание уделяет этим вопросам общественно-научный журнал «Проблемы региональной экологии», посвятивший им рубрику «Экологическая оценка и картографирование».

Результаты экологического картографирования заняли достойное место в системе экологического образования. В настоящее время экологические карты внедрены в школьный курс географии как на общенациональном (федеральном), так и на региональном уровнях, включены в школьные атласы. Так, в атласе «География России» для 8—9 классов (1996) помещена карта «Экологические проблемы»; атлас «География России. Население и хозяйство» для 9-го класса (1999) содержит карту «Экологические ситуации». Школьный атлас Ростовской области (2004) включает две карты: «Экологические условия» и «Экологическая обстановка».

Классификация карт. В целях осмысления опыта разработки геоэкологических (экологических) карт предпринимаются попытки их систематизации и классификации. В качестве критериев классификации используются различные признаки и их сочетания. Классификации могут быть основаны на обобщении фактически существующих картографических материалов либо на теоретических предположениях.

Число классификационных признаков практически так же безгранично, как число экологических проблем и подходов к их изучению (В. И. Стурман, 2003). На высших уровнях классификации применяются универсальные критерии: содержательная концепция; степень интеграции информации (частные и общие, аналитические и синтетические, элементарные и комплексные карты); временные аспекты (карты современного состояния, потенциальных состояний, ретроспективные, прогнозные).

Основные критерии классификации карт включают тематическое содержание, функции, целевое назначение; вторичные критерии — масштаб, территориальный охват, временную частоту (повторяемость), технологию составления, формы разработки и картографического представления.

Классификации по направлениям экологического картографирования учитывают его структуру. В каждом направлении сложились определенные разновидности карт. Так, Л. Е. Смирнов (1994) выделяет биоэкологические, социально- и экономико-экологические, а также инженерно-экологические карты. По мнению С. Е. Сальникова (1993), экологические карты можно разделить на три основных тематических класса: собственно экологические, или биоэкологические (цель — охрана живой природы как совокупности территориально выраженных экосистем); эколого-геологические (цель — охрана геологической среды как первичной абиотической основы биосферы); эколого-географические (цель — охрана природной среды как совокупности наземных и водных геосистем разной степени антропогенной трансформации и разного уровня организации, определяемого масштабом картографирования). К. Н. Дьяконов и А. В. Дончева (2002) в экологическом картографировании различают три направления (и соответственно три группы карт): отраслевое (эколого-геохимическое, медико-экологическое, ландшафтно-экологическое, эколого-демографическое); комплексное (эколого-географическое) и эколого-геологическое.

Деление карт по их тематике — один из самых распространенных подходов при систематизации массива экологических карт. Так, Л. Е. Смирнов (1994) делит карты на следующие виды, содержащие ряд разновидностей:

- карты состояния природной среды (карты оценки природной среды и неблагоприятных условий; карты, предупреждающие о риске стихийных бедствий; карты нарушений состояния природной среды);
- карты охраны природы (карты заповедных территорий и карты природоохранных мероприятий);
- карты природопользования (представлены одной разновидностью — картами использования земель).

Несколько иная классификация разработана в Институте географии РАН (Н. Н. Комедчиков, А. А. Лютый и др., 1994):

- карты воздействий на природную среду и их последствий;
- карты оценки состояния природной среды;

- карты прогноза состояний природной среды и оценки ее прогнозируемого состояния;
- общие эколого-географические карты;
- карты существующей системы природоохранных мероприятий, природоохранных организаций, природоохранных технических устройств;
- комплексные карты охраны природы.

А. М. Берлянт (2001) предложил выделять следующие группы геоэкологических карт:

- карты факторов, воздействующих на окружающую среду в целом и на отдельные ее компоненты;
- карты состояния окружающей среды в целом и ее компонентов;
- карты результатов и последствий воздействия на среду;
- карты условий жизни населения;
- карты защиты среды и обеспечения экологической безопасности.

В ряде случаев классификации, построенные на основе анализа практики, дополняют перспективными, но еще недостаточно разработанными разделами. Ученые Института географии СО РАН предлагают следующие классы экологических карт:

- карты факторов и условий среды (физико-географические карты, характеризующие условия жизнедеятельности; карты природно-ресурсного и экологического потенциала территорий; устойчивости геосистем);
- карты процессов (распространения загрязнений, миграции, эрозии, опасных природных явлений);
- карты состояний (современного и прогнозируемых, в том числе карты антропогенных изменений);
- карты проблем (остроты экологических ситуаций);
- карты организации охраны природы и ресурсопользования (контроля и управления природопользованием).

Наряду с группировкой карт по тематике, т. е. выделением видов карт, необходимо учитывать и типы карт. Согласно общепринятой классификации **типы карт** выделяют по широте тематики, приемам исследования картографируемых явлений, степени объективности и практической направленности.

По *широте тематики* карты делят на общие, содержащие полную характеристику явления, и частные, ограничивающиеся отображением отдельных его аспектов. Например, частной является карта загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами, а общей — карта районирования территории по степени загрязненности какого-либо компонента природной среды. Однако понятие широты относительно, и последняя карта может рассматриваться как частная по отношению к карте общей структуры загрязнения, отражающей не только изменение химического состава компонентов природной среды, но и причины, его вызвавшие (источники загрязнения) (Б. А. Новаковский и др., 2005).

В зависимости от *приемов исследования* карты могут быть аналитическими (показывающими отдельные стороны процесса без отражения взаимосвязей с другими его сторонами), синтетическими (дающими целостную характеристику процесса и учитывающими структуру и связи составных частей картографируемого объекта), а также комплексными (отображающими одновременно несколько свойств явления, но раздельно, каждое в своих показа-

телях). К аналитическим картам принадлежит обширная группа моноэлементных карт распространения того или иного химического элемента или соединения в различных компонентах природной среды. Примером синтетической карты может служить карта загрязнения атмосферного воздуха, показывающая, с одной стороны, объемы выбросов, виды и токсичность загрязняющих веществ, а с другой — природные условия распространения поллютантов (потенциал загрязнения атмосферы) и отображающая всю перечисленную информацию путем зонирования территории по степени загрязненности. Та же карта, но без последней стадии синтеза информации относится к комплексным.

По *степени объективности* можно выделить четыре группы карт (Б. А. Новаковский и др., 2005):

- документальные — наиболее распространенная группа геоэкологических карт, отражающих реальные явления по результатам непосредственного исследования территории, включает карты размещения источников загрязнения, объема и структуры выбросов (сбросов), складирования токсичных отходов, загрязнения компонентов природной среды в точках опробования и др.;

- карты, содержащие выводы и умозаключения, — также многочисленная группа, включающая не только карты районирования, где выделение зон зависит от представления составителя о структуре и взаимосвязях картографируемого явления, но и моноэлементные карты загрязнения каким-либо веществом в изолиниях, проведение которых варьирует в зависимости от представлений автора об условиях распространения элементов;

- гипотетические — карты, основанные на недостаточном фактическом материале, при создании которых недостаток данных может быть восполнен научными знаниями о структуре, динамике и взаимосвязях картографируемого явления (к гипотетическим можно отнести прогнозные карты);

- тенденциозные карты содержат заведомо неверное, искаженное отображение действительности (например, в случае спора между двумя предприятиями о происхождении загрязнения при экологическом аудите картографические документы могут быть намеренно искажены в пользу той или иной стороны).

Классификацию экологических карт по целевым функциям предложили Л. Г. Руденко и А. И. Бочковская (1992). Ими были выделены группы карт, предназначенные для следующих целей:

- изучение глобальных проблем выживаемости человека в деградирующей среде;

- исследование эколого-географических проблем регионального и локального уровней;

- мониторинг среды;

- образование и информирование широких слоев населения о состоянии среды.

Функциональное деление экологических карт, проведенное С. Е. Сальниковым (1993), предусматривает четыре основные группы:

- инвентаризационные (констатационные) карты — фактологические, показывающие состояние и нарушение природной среды в конкретных качественных и количественных характеристиках;

- оценочные карты, содержащие оценки состояния и нарушений природной среды по соответствующим нормам и нормативным показателям по отношению к человеку и биоте в целом как основному экологическому «субъекту»;
- оценочно-прогнозные (прогнозные) карты, содержащие прогноз состояния и оценку прогнозируемого состояния природной среды вследствие планируемых или проектируемых воздействий с учетом природных свойств ландшафтов;
- рекомендательные карты, направленные на оптимизацию и гармонизацию отношений в природной среде, предотвращение или смягчение неблагоприятных явлений и их последствий.

Классификация экологических карт по назначению выделяет (В. И. Стурман, 2003):

- карты для научно-исследовательских работ природоохранной направленности (с дальнейшим подразделением сообразно структуре научных дисциплин об окружающей среде и ее охране);
- карты для практической природоохранной деятельности (в том числе инвентаризационно-оценочные, прогнозные, рекомендательные, контрольные);
- карты для экологического просвещения, образования и воспитания.

Обобщая существующий опыт, в качестве примера можно привести классификацию экологических карт Л. М. Корытного (1995), охватывающую практически всю совокупность их важнейших характеристик. Им выделены следующие группы карт:

- 1) по направлению — антропоцентрические (А) и биоцентрические (Б);
- 2) по полноте охвата связей — частные (А¹, Б¹), комплексные (А², Б²);
- 3) по содержанию — карты факторов или условий (ф), процессов (п), состояния (с), проблем и ситуаций (пр), организации охраны природы и ресурсопользования (о);
- 4) по характеру представления информации и уровню анализа — инвентаризационные («и» — вверху буквенного индекса содержания), оценочные (о), прогнозные (п), рекомендательные (р);
- 5) по назначению — базовые («б» — внизу буквенного индекса содержания), оперативные (о);
- 6) по ячейке картографирования — карты административных единиц (1 — внизу буквенного индекса направления), ландшафтов (2), бассейнов (3), природно-хозяйственных, экологических или ресурсных ареалов (4), без ячейки (5);
- 7) по пространственному уровню, масштабу — локальные (1:1 000 — 1:25 000) — I, межрегиональные (1:50 000 — 1:200 000) — II, макрорегиональные (1:250 000 — 1:2 500 000) — III, глобальные (мельче 1:5 000 000) — IV;
- 8) по категории пользователей — научно-поисковые («н-п» — вверху индекса обозначения масштаба), производственные (п);
- 9) по способу представления информации — бумажные («б» — внизу индекса обозначения масштаба), электронные (э).

Классификационные уровни представлены девятью таксонами с независимыми критериями (основаниями классификации). Каждому таксону соответствует определенный индекс. Классификационная система является открытой, т. е. допускает появление новых таксонов — подклассов естественных и

антропогенных факторов, биотических и абиотических факторов и т. п. В соответствии с данной системой карта «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации» будет иметь следующую классификацию: антропоцентрическая, комплексная, проблемная, оценочная, базовая, глобального уровня, научно-поисковая, бумажная, в качестве ячейки картографирования выступают ареалы экологических проблем и ситуаций.

В настоящее время в экологическом картографировании в целом существует ряд нерешенных проблем. Прежде всего отсутствует общепринятая концепция этого вида картографирования.

Унификация подходов в сфере такого по существу научно-поискового направления, как экологическое картографирование, неприемлема, однако составление производственных экологических карт должно вестись на единой научно-методической основе. В связи с этим актуальна разработка некоторых общих принципов экологического картографирования, формулировка единых требований к содержанию карт и способам его отображения. Очевидна также необходимость создания системы государственного экологического картографирования на разных уровнях (федеральном, региональном, локальном) в целях обеспечения экологической информацией государственных организаций и органов управления. Для построения такой системы требуется разработка методик и инструкций.

Сложная методика составления экологических карт (особенно комплексных) не позволяет в полной мере применять достижения ГИС-технологий. Часто применение ГИС ограничивается электронной картографией, т. е. цифрованием готовых авторских оригиналов. Необходима разработка методики экологического картографирования, ориентированной на использование ГИС-технологий.

В экологическом картографировании часто отсутствует достоверная информационная база. Информация ограничена в объеме, противоречива и недоступна разработчику карт. Преодолеть эту проблему можно лишь путем создания системы государственного комплексного геоэкологического мониторинга.

Что касается системы классификации карт, то в настоящем издании специальные разделы посвящены рассмотрению тематических групп экологических карт и экологическим картам комплексного содержания.

1.2. Научно-методические основы, источники информации и современные технологии в геоэкологическом картографировании

Научно-методические основы геоэкологического картографирования. В проблемно-экологическом (оценочном) картографировании крайне важно опираться на четкую систему определения экологических ситуаций, охватывающую весь комплекс взаимодействия общества и природы. Методически экологическую оценку территории проводят в целях выявления экологических проблем, характерных для исследуемой территории, и определения степени ост-

роты каждой отдельно взятой экологической проблемы или их совокупности. Важен выбор критериев (основных признаков), используемых как для оценки отдельных экологических проблем, так и ситуации в целом.

Изменения в природных ландшафтах определяются как по особенностям самих ландшафтов, величине и характеру антропогенной нагрузки, так и по тем последствиям, которые возникают (могут возникнуть) в результате преобразования отдельных свойств ландшафтов. Геоэкологические исследования включают достаточно сложную процедуру оценочных работ, которые составляют суть комплексного геоэкологического картографирования.

Экологические проблемы возникают в тех случаях, когда антропогенная нагрузка превышает потенциальные возможности ландшафта, его устойчивость, что может быть связано с недостаточно активно протекающими естественными процессами самоочищения, рассеивания, самовосстановления и т. д.

Приведенные ниже изменения характеризуют соотношение антропогенных нагрузок и устойчивости ландшафтов.

1. Изменения в компонентах и структуре ландшафтов:

– функциональные (изменения термического и гидрологического режимов, биогеохимических циклов, энергетических потоков и т. д.);
– структурные (нарушения соотношения фаций или смена типов земельных угодий).

2. Изменения качества и количества ресурсов (природно-ресурсного потенциала).

3. Изменения условий проживания населения:

– медико-биологической обстановки (загрязнения среды, опасность массовых заболеваний и т. д.);
– подверженности природным и антропогенно обусловленным стихийным бедствиям;
– утрата эстетической ценности ландшафтов.

Возникающие экологические проблемы связаны с теми или иными антропогенными объектами и воздействиями, которые можно сгруппировать следующим образом: урбанизация (городская, промышленная и прочая застройка) и деятельность промышленных предприятий; разведка и разработка минерального сырья; транспортные линии; гидротехнические сооружения; орошение; осушение; неорошаемое (богарное) земледелие; применение ядохимикатов; выпас скота; животноводческие комплексы и фермы; рубки леса; рекреация; охотничье-промысловые хозяйства.

Экологические проблемы по исходному фактору, ставшему их причиной (т. е. по видам использования земель), могут подразделяться: на проблемы пригородных зон; гидроэнергетических объектов; проблемы, связанные с транспортными коридорами; порождаемые городским строительством; возникающие в горно-промышленных ареалах; вызванные орошением и осушением земель; обусловленные распашкой земель и т. д.

По негативному изменению отдельных природных компонентов и ландшафтов в целом экологические проблемы делятся на следующие группы:

– атмосферные — загрязнение атмосферы (химическое, механическое, тепловое);
– водные — истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение морей;

– биотические — деградация лесов под влиянием промышленных воздействий, загрязнение сельскохозяйственных растений, сведение лесов, деградация пастбищ, деградация или исчезновение животных или растений (в том числе ценных и промысловых), истощение рыбных запасов;

– геолого-геоморфологические — интенсификация неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов (оврагообразование, сели, оползни, мерзлотные процессы и др.), нарушение рельефа и геологического строения, уменьшение запасов полезных ископаемых;

– комплексные (ландшафтные) — опустынивание, нарушение генофонда, целостности, уникальности и эстетической привлекательности ландшафта, потеря продуктивных земель при затоплении и подтоплении, загрязнение земель.

Выделяются три группы проблем по последствиям изменения природной среды:

– антропоэкологические, имеющие наибольшее значение для условий жизни и здоровья населения;

– ресурсно-хозяйственные, связанные с истощением и утратой природных ресурсов, затрудняющие хозяйственную деятельность на территории;

– ландшафтно-генетические, обусловленные нарушением целостности ландшафтов, утратой генофонда, потерей уникальных природных объектов и т. п.

Возможна группировка экологических проблем и по другим признакам: по сложности (простые, сложные, весьма сложные); по пространственному охвату территории (локальные, региональные, глобальные); по зонально-региональному различию (проблемы тундры, тайги, пустынь, гор, равнин, Северо-Востока, Юга России и т. д.).

Особое значение имеет группировка экологических проблем по степени их проявления (остроте, критичности), т. е. по глубине изменения природных свойств, на которые воздействуют отдельные проблемы. Можно выделить три степени изменения природных свойств ландшафта: слабое (менее чем на 10 %); среднее (на 10—50 %); сильное (более чем на 50 %).

Степень остроты экологической ситуации складывается из суммарной остроты отдельных экологических проблем и их значения. Степень проявления экологической проблемы зависит от глубины изменения природных свойств и характера последствий (изменения в условиях жизни и здоровья человека, природных ресурсах и ландшафтах). Наибольшей остротой отличаются те ситуации и проблемы, которые характеризуются сильной степенью проявления и ведут к последствиям, непосредственно затрагивающим условия жизни и здоровья людей: дальнейшее изменение может привести к катастрофической ситуации. В общем виде экологическая оценка территории с учетом состояния здоровья, хозяйства, социума и природы представлена в табл. 1.1.

Информационное обеспечение картографических работ. Создание комплексных геоэкологических карт предъявляет очень высокие требования к составу и полноте информационной базы. Она должна содержать материалы, не только многосторонне характеризующие территорию, но максимально сопоставимые друг с другом (А. В. Антипова, 2001).

Информационная обеспеченность картографических работ охватывает характеристику всех исходных показателей и материалов, которые можно использовать при проектировании и составлении карт экологической тематики.

Таблица 1.1

Интегральная типология экологического состояния регионов

Категория экологического состояния территории	Показатели				Пути улучшения экологического состояния территории
	Природа	Хозяйство	Социум	Здоровье	
Условно удовлетворительная	Норма	Норма	Норма	Норма	Меры, не требующие существенных затрат
Напряженная	Деградация отдельных компонентов природных ландшафтов и ресурсов	Усложнение хозяйственной деятельности	Начало осознания экологических проблем	Отдельные признаки ухудшения состояния здоровья населения	Стабилизация хозяйственной деятельности и совершенствование технологий
Критическая	Существенная деградация природных ландшафтов и ресурсов	Снижение эффективности хозяйства	Появление экологически обусловленного социального напряжения	Ухудшение здоровья отдельных групп населения	Структурная перестройка хозяйства и внедрение новых технологий
Кризисная	Угрожающие процессы деградации природных ландшафтов и ресурсов	Падение общей эффективности хозяйства, угроза экономического спада	Экологически обусловленное социальное напряжение становится важным фактором общественного развития	Повсеместное ухудшение здоровья населения, рост детской смертности	Значительные затраты. Структурная перестройка хозяйства и крупные природоохранные инвестиции
Катастрофическая	Необратимые процессы деградации природных ландшафтов, утрата природных ресурсов	Растущие хозяйственные потери, экономический спад	Экологически обусловленное социальное напряжение определяет развитие	Тенденция к сокращению продолжительности жизни населения, вымирание населения	Коренная структурная перестройка хозяйства и изменение основ экономических отношений

Однако исходная информация, привлекаемая для целей экологического картографирования, бывает весьма неоднородна для различных территорий, а также отображаемых объектов и разных аспектов их экологической характеристики. В общем виде классификация источников экологической информации проводится по следующим позициям (Е. А. Божилина и др., 1999; В. И. Стурман, 2003):

- характер источника информации (картографическая, аэрокосмическая, статистическая, описательная);
- период временного охвата (долгосрочная, среднесрочная, текущая, сезонная, оперативная, экстренная);
- объект «привязки» информации;
- степень полноты распространения по территории;
- характер объектов «привязки» информации;
- ведомственная принадлежность (материалы государственных органов, предприятий, научно-исследовательских учреждений, коммерческих организаций);
- научные методы и технические приемы, использованные при получении информации (дистанционное зондирование, экспедиционные и стационарные исследования загрязненности компонентов природной среды, состояние биоиндикаторов).

Очевидно, что в экологическом картографировании основополагающее значение имеют *картографические источники*, к которым относятся топографические и обзорные карты, тематические карты и атласы, материалы аэрокосмических съемок и их обработки.

Ценность *топографических карт* определяется в первую очередь тем, что именно на их основе выполняются крупномасштабные тематические карты. Кроме того, на них отображено пространственное размещение видов использования земель и источников воздействия на окружающую среду. Благодаря сочетанию на картах обозначений рельефа, растительности, некоторых видов открытого грунта, возможно установление расположения ландшафтных единиц разного ранга. Информация, считываемая с топографических карт, используется при составлении многих экологических карт, например карт устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям. Так, по сплошности лесных сообществ, зарослей кустарников и их характеристикам (порода, высота древостоя, диаметр стволов, расстояние между деревьями) можно судить о биологической продуктивности и запасах фитомассы. Морфологические и морфометрические особенности гидрографической сети указывают на способность водных объектов к самоочищению.

Топографические карты настолько высокоинформативны, что, например, при картографировании городов могут использоваться в качестве основных источников для составления обширного ряда специальных карт без существенного привлечения дополнительных материалов. Среди таких специальных карт, построенных на основе топографических карт, можно выделить (В. З. Макаров и др., 2002):

- карты, построенные на основе изолиний рельефа и передающие прежде всего разнообразные морфометрические показатели;
- карты, отражающие количественные показатели встречаемости отдельных явлений и объектов (например, процент обеспеченности города естественными зелеными насаждениями, парками и скверами, заовраженность

незастроенных участков, процент территории, занятой строениями, соотношение заасфальтированных и незаасфальтированных участков и т. п.);

– карты, дающие самую разнообразную пространственную характеристику объектов (удаленность экологически уязвимых объектов от опасных предприятий, зоны отчуждения под линиями электропередачи и др.);

– карты компонентов природной среды — геоморфологические, гидрологические и многие другие, составление которых невозможно без сохранения видимых топографических объектов;

– карты природных территориальных комплексов (хотя для более углубленного изучения городских ландшафтов необходимо наряду с топографическими картами использовать прежде всего данные полевых наблюдений);

– карты функционального зонирования территории (в то же время максимально полное изучение функций территории города возможно лишь при использовании широкого спектра источников информации — от полевых наблюдений до данных аэро- и космического зондирования).

Важнейшими из картографических источников являются *тематические научно-справочные карты*, которые служат базовыми: ландшафтные, карты использования земель (земельных угодий), плотности населения (людности поселений) и общеэкономические (С. Е. Сальников, 1993). По возможности дополнительно привлекаются карты, отражающие загрязнение, нарушение и деградацию окружающей среды.

Среди тематических карт особого внимания заслуживают те, которые создаются посредством государственных съемок, организованных специальными службами на всей территории страны. Это карты лесной таксации, геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические, почвенные, землеустроительные, сельскохозяйственные карты.

Для оценки и прогноза состояния и устойчивости современных ландшафтов, силы воздействия на них антропогенных факторов в первую очередь должны использоваться существующие тематические карты мониторинга природной среды. При их отсутствии или неполноте набора необходимо привлекать другие тематические карты природы и социально-экономические карты инвентаризационного типа: геологические, геоморфологические, почвенные, геоботанические, лесные, карты полезных ископаемых, естественных кормовых угодий, болот, эрозии и дефляции почв, размещения промышленности, транспортной сети и др. Очень полезны данные атласов, посвященных отдельным природным ресурсам (например, «Атлас лесов СССР», «Атлас торфяных ресурсов СССР»).

Особую ценность имеют специализированные карты, содержащие основания для оценки и прогноза развития природных явлений, например инженерно-геологические, почвенно-мелиоративные, карты просадочности лёссовых пород, эрозионной и дефляционной опасности, селеопасных районов и др.

Быстрое развитие явлений, фиксируемых на картах экологического содержания, приводит к относительно быстрому моральному устареванию таких карт, в том числе и с точки зрения концептуально-теоретических и методических оснований их построения. Это важно принимать во внимание при использовании подобных карт как источников информации и образцов для последующего воспроизведения (А. А. Лютый, 1998).

В геоэкологическом картографировании широко используются материалы дистанционных космических и аэрофотосъемок (аэрокосмического зондирования). *Аэрокосмическое зондирование* — комплекс дистанционных методов исследования, включающий многозональную и спектрзональную аэрофотосъемку, тепловую инфракрасную аэросъемку в сочетании с материалами космической, сканерной, телевизионной, радиолокационной, инфракрасной съемки и других видов съемки, осуществляемых с самолетов, искусственных спутников Земли, орбитальных станций и пилотируемых космических кораблей (К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002). В практике наиболее широко используются фото- и сканерные съемки.

Основные достоинства аэро- и космоснимков — их обзорность, одноментность, высокая разрешающая способность, наглядность и выразительность. Снимки дают интегрированное и вместе с тем генерализованное изображение всех элементов земной поверхности, что позволяет видеть их структуру и связи. Регулярная повторяемость съемок дает возможность проследить динамику процессов и явлений. Снимки содержат объективную информацию, не искаженную влиянием каких-либо ведомственных и корпоративных интересов. Так, дешифрирование снимков при составлении экологической карты Волгоградской области позволило уточнить истинную площадь отстойников химических производств городов Волгограда и Волжского. Тогда же была выявлена неточность данных официальной статистики, завышавшей площади лесов и занижавшей площади сельскохозяйственных угодий.

Вопрос об использовании аэро- или космоснимков решается в зависимости от уровня и масштаба проводимых исследований. Съемка с самолетов ведется обычно в масштабах 1 : 10 000 — 1 : 30 000, с космических аппаратов — 1 : 100 000 — 1 : 10 000 000. Поэтому при картографировании городов требуются, как правило, не традиционные космические снимки масштаба 1 : 200 000 и мельче, а аэрофотоснимки, желательнее масштаба 1 : 50 000 и крупнее (В. П. Савиных и др., 2000).

Основные направления применения материалов дистанционного зондирования в экологическом картографировании — выявление структуры землепользования, а также ареалов нарушения, загрязнения и деградации природной среды.

Выделение видов использования земель по космическим снимкам производится преимущественно по прямым дешифровочным признакам: различиям в размерах и форме объектов, структуре их изображения и фототона с учетом соседства с теми или иными объектами. Среди четырех категорий использования земель, принятых в системе эколого-географических исследований (неиспользуемые, используемые как естественные угодья, возделываемые и застроенные), наиболее четко дешифрируются две последние, в основном благодаря четким очертаниям и правильным геометрическим формам. Выделяются площадные (сельскохозяйственные поля, сады, орошаемые земли, населенные пункты, участки лесозаготовок, промышленные зоны) и линейные объекты (дороги, каналы, трубопроводы, линии электропередачи).

Сельскохозяйственные поля и сады выделяются на изображении резкими угловатыми очертаниями со сравнительно ровным фототонном внутри контура. По разносезонным снимкам можно определить, какими культурами засеяно поле. Орошаемые массивы, более увлажненные по сравнению с богарными,

на черно-белых снимках выделяются по более темному фототону, а на цветных синтезированных они окрашены другими оттенками зеленого цвета.

Населенные пункты могут иметь несколько характерных типов рисунка, которые сильно меняются в зависимости от масштаба съемки, размеров населенного пункта, его планировки, но во всех случаях важным дешифровочным признаком населенного пункта на мелкомасштабном космическом снимке остается наличие сходящихся к нему дорог (В. П. Савиных и др., 2000). По снимкам разного масштаба проводится не только функциональное зонирование городов, но и выявление особенностей селитебной застройки (этажность, характер материала и т. д.) (И. Б. Воробьева, Т. И. Коновалова, 1998).

Достаточно уверенно выделяются линейные объекты — железные и автодороги, причем по ширине автодорог часто можно определить и тип покрытия. Подземные магистральные нефте- и газопроводы определяются опосредованно — на снимках можно выявить охранные полосы вдоль трасс, а по их расположению судить о местоположении нефте- и газопроводов.

В целом достоверность определения видов использования земель по космическим снимкам составляет 80—90 %. Карты земельных угодий и близкие к ним по содержанию карты использования земель, создаваемые по космическим снимкам, отличаются достаточно высокой точностью и детальностью представленных на них данных. Они могут не уступать по качеству аналогичным картам, составленным по крупномасштабным планам землепользований (В. П. Савиных и др., 2000).

Космоснимки широко применяются для выявления нарушения и деградации природной среды, таких негативных процессов и явлений, как пастбищная дигрессия, водная эрозия, засоление почв, гари, вырубки и др. Наиболее быстро на антропогенное воздействие реагируют биогенные компоненты ландшафта, прежде всего растительность. Антропогенные изменения опознаются, как правило, по более светлому тону фотоизображения. Так, уничтожение коренной растительности или смена многолетников, особенно древесно-кустарниковых видов, на однолетники или эфемероиды приводит к увеличению отражательной способности растительного покрова и появлению на снимке более светлого пятна. Светлое пятно — это также широко известный дешифровочный признак всех колодцев в песчаной пустыне. Используя многозональную съемку, можно отличить также древесную растительность, пораженную энтомовредителями и инфекционными болезнями.

Проявления площадной водной эрозии определяются по интенсивности гумусовой окраски. Смытым почвам на черно-белом космическом снимке свойственно посветление фототона. Линейные формы эрозии (овраги и балки) дешифрируются по характерному дендритовидному рисунку овражно-балочной сети и по демаскирующей их древесно-кустарниковой растительности. Засоление почв определяется по ярко-белым пятнам на снимках, которые соответствуют солевым коркам. Есть опыт картографирования распространения синезеленых водорослей, вызывающих цветение водоемов (поверхность, покрытая водорослями, имеет большее альbedo по сравнению с поверхностью чистой воды).

Широко распространенным методом изучения загрязнения атмосферы является картографирование загрязнения снежного покрова вокруг городов, проводимое на базе анализа космоснимков. Снимки выполняются в зимне-весен-

ний период, когда загрязненные участки вскрываются первоначальным снеготаянием. Эффективно использование снимков для пространственного анализа распространения нефтяного загрязнения акваторий. Нефтяные пленки, тонким слоем покрывающие поверхность воды, увеличивают спектральные коэффициенты в 1,5—2 раза, поэтому покрытые нефтью поверхности выглядят на снимках более светлыми и хорошо распознаются (В. П. Савиных и др., 2000). По данным снимков можно также установить места сброса сточных вод за счет увеличения концентрации примесей и изменения яркости изображения.

В настоящее время материалы космосъемок находят широкое применение в ГИС-технологиях. Существуют системы приема и обработки данных дистанционного зондирования, например ERDAS.

Статистические источники применяются в основном в трех направлениях. Главное из них — получение информации о *загрязнении окружающей среды*.

В России функционирует государственная система учета загрязнения окружающей среды. В рамках первичного учета проводятся замеры или расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сбросов загрязненных сточных вод по каждому производственному процессу или единице оборудования, функционирование которых сопряжено с выделением загрязняющих веществ. Предприятие осуществляет контроль за своими выбросами и сбросами, обобщая их в статистической отчетности по формам 2-ТП (воздух) и 2-ТП (водхоз). Данные о выбросах и сбросах от различных источников в Российской Федерации публикуются в ежегодных государственных докладах о состоянии окружающей природной среды Министерства природных ресурсов РФ (МПР) и в отчетах Федеральной службы государственной статистики РФ и ее территориальных органов.

Форму 2-ТП (воздух) представляют предприятия, имеющие стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха, кроме тех предприятий, на которых выбросы загрязняющих веществ в атмосферу не превышают установленных нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) и составляют в год 100 т и менее. Объемы выбросов определяют расчетным путем на основе отраслевых нормативов с учетом продолжительности работы единиц оборудования и удельных выбросов от них.

Расчетные методы определения объемов загрязнений имеют много существенных недостатков. Из-за нарушений технологии, износа оборудования, неполноты и несовершенства системы учета фактические выбросы могут многократно превышать расчетные. Количество и набор ингредиентов выбросов, определяемые расчетными методами, могут отличаться от действительных. Введение экономического механизма регулирования природопользования на основе принципа «загрязнитель платит» создало ситуацию, при которой предприятия объективно заинтересованы в занижении объемов загрязнения.

Органы МПР в целях контроля за соблюдением статистической отчетности проводят выборочные измерения некоторых параметров отходящих газов и характеристик состояния воздуха. Однако необходимая для контроля за выбросами разветвленная сеть мониторинга в настоящее время отсутствует, техническая оснащенность природоохранных служб недостаточна.

Контроль за источниками загрязнения поверхностных вод в значительной степени схож с контролем за атмосферными выбросами: предприятия пред-

ставляют данные о водопотреблении и водоотведении для определения соответствующих платежей по форме 2-ТП (водхоз); природоохранные органы периодически проверяют достоверность этих данных. Отчет по форме 2-ТП (водхоз) включает многочисленные показатели, характеризующие водопотребление: объемы воды, забранной из природных источников, использованной и потерянной при транспортировке; состав сточных вод; лимиты водоотведения и т.д.

Показатели содержания загрязняющих веществ в сточных водах определяются аналитическим или расчетным путем. Следует отметить, что статистическая форма 2-ТП (водхоз) в части, касающейся сбросов поллютантов, менее детализирована, чем форма 2-ТП (воздух), так как в ней предусмотрены лишь графы для десяти учитываемых веществ вместо открытого списка. В обеих формах не предусмотрен учет временной динамики выбросов и сбросов.

Таким образом, при использовании данных государственной статистики следует учитывать, во-первых, неполноту данных, во-вторых, их невысокую объективность.

Источниками статистических данных *о состоянии здоровья населения* служат отчеты лечебно-профилактических учреждений по форме № 1, отчеты-вкладыши об обслуживании отдельных групп населения и групп больных, а также сводки по территориям обслуживания поликлиник, административным районам, городам и т.д. Характеристиками состояния здоровья населения являются величина смертности или заболеваемости (общие или по отдельным заболеваниям и их группам, для всего населения или для отдельных половозрастных и социально-профессиональных групп), показатели физического развития, а также обобщающие интегральные показатели здоровья.

При использовании данных медицинской статистики возникает серьезная проблема их территориальной привязки. Статистический учет ведется по поликлиническим участкам, границы которых, как правило, не имеют ничего общего с контурами наиболее широко используемых операционно-территориальных единиц (ландшафты, ареалы экологических ситуаций и т.д.). Один из ярких примеров — выводы о заболеваемости населения некоторыми профессиональными болезнями, не учитывающие того факта, что люди живут в одних районах города, а работают в других. Решение этой проблемы возможно лишь на основе использования современных геоинформационных технологий, автоматизированной привязки первичных данных и создания более гибкой системы учета. Кроме того, состояние здоровья отдельного человека или населения в значительной мере связано с генетическими особенностями индивидуумов, не всегда поддающимися пространственному учету.

Социально-экономические показатели также необходимы при проведении антропоэкологического картографирования. Специалисты по экологии человека используют в своих исследованиях официальные материалы, характеризующие социально-экономические условия жизни населения, прежде всего те, которые публикует Федеральная служба государственной статистики РФ (Росстат): численность населения и количество семей, браки и разводы; социальное обеспечение; доходы населения и бюджет семьи; потребление материальных благ и услуг; жилищные и коммунальные условия; миграции населения; число и структура зарегистрированных преступлений и др.

К **справочно-литературным источникам**, которые могут использоваться в сфере геоэкологического картографирования, относятся главным образом *научные публикации*: собственно экологические, географические, геологические, биологические, почвенные, земельные, сельско- и лесохозяйственные, гидрологические, климатические, технические, экономические, юридические, социологические, демографические, этнографические, медицинские и др.

Необходимые для целей экологического картографирования данные содержатся и в *материалах государственных органов*, деятельность которых связана с природопользованием и охраной окружающей среды. К ним относятся: Министерство природных ресурсов, Министерство сельского хозяйства, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и др. Эти органы проводят регулярные мониторинговые наблюдения и натурные обследования, результаты которых применимы для характеристики состояния отдельных элементов окружающей среды.

Так, Федеральное агентство недвижимости (Роснедвижимость) и его региональные подразделения, решая вопросы землеустройства территории, накапливают информацию о распределении и площади различных категорий земель (ранее эту работу вел Государственный земельный комитет). Как правило, они же занимаются оценкой сельскохозяйственных угодий и могут предоставить данные о пространственном размещении процессов загрязнения, нарушения и деградации земель. В ведении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды находятся вопросы контроля за состоянием атмосферного воздуха в населенных пунктах и качеством поверхностных вод, осуществляемого специальной сетью стационарных постов. Эти данные можно найти в ведомственных документах, часть из них публикуется (сборник «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши» и др.). Многие ведомственные материалы входят в ежегодные государственные доклады о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации и ее отдельных регионов.

В качестве источников информации также могут использоваться *отчеты научных и учебных учреждений*, проводящих научно-исследовательские работы экологической направленности.

При работе над геоэкологическими картами можно использовать и *оперативные сообщения СМИ*, поднимающие экологические проблемы, информирующие о состоянии окружающей среды в тех или иных районах и городах, о фактах нарушения природоохранного законодательства, природных и техногенных катастрофах. Однако достоверность этой информации должна быть тщательно проверена.

Современные технологии картографирования. Исследование и картографирование геосистем, составляющие начальный этап геоэкологического картографирования, наталкиваются на следующие трудности: необходимость большого объема информации для изучения экологических, природных и социально-экономических показателей, характеризующих геосистемы как операционные единицы; преобладание в описаниях и классификациях этих показателей качественных характеристик, трудно оцениваемых количественно; отсутствие методик проведения комплексной оценки; сложность, а зачастую и

невозможность постановки экологических экспериментов традиционными методами (В. З. Макаров и др., 2002).

Преодолению перечисленных и многих других возникающих препятствий может способствовать использование компьютерных технологий для создания геоэкологических карт и их последующего анализа. При таком подходе можно не только создавать, но и на основе поступающей новой информации оперативно обновлять экологические карты, формировать картографо-экологические модели применительно к решению разнообразных задач экологической оценки, прогноза, экспертизы и т. д.

С практической точки зрения **автоматизированное картографирование** — это системный технологический процесс, объединяющий сбор и обработку цифровых данных о территориальных объектах, формирование на ЭВМ цифровой модели местности, ее дополнение и обновление с использованием банка картографических, аэрокосмических и других данных и получение с помощью этой модели различных аналитических, графических и картографических материалов для конкретного потребителя.

На первых этапах разработки методов автоматизированного картографирования в задачи ЭВМ вменялось проведение необходимых математических расчетов и представление их в простейшем графическом виде. Однако стремительное развитие вычислительной техники и ее периферийных устройств, разработка мощных и доступных всем коммерческих программ привели к тому, что автоматизированные методы картографирования из области научных разработок перешли в область повсеместного практического использования.

Получаемые с помощью компьютеров электронные карты позволяют исследователю — автору карты работать в диалоге с машиной и открывают широкие перспективы для оперативного построения моделей, отражающих не только статику, но и динамику явлений путем сопоставления различных объектов в пространственно-временном аспекте, что особенно важно для проведения экологических экспертиз.

Работая в интерактивном режиме с электронными картами, с помощью манипуляторов можно высвечивать, увеличивать отдельные участки изображения для детального анализа, а также совмещать их для получения синтезированной информации, масштабировать изображения и тем самым отражать развитие или регрессию изучаемого явления. Организация доступа к отдельным, выбираемым по необходимости оператором, элементам карты позволяет изучать соотношения между компонентами для более точного анализа событий. Наличие редакторского режима дает возможность оперативно вносить изменения и моделировать существующую или прогнозируемую обстановку. Таким образом на экране дисплея возникает картографическое изображение, оперативно оформляемое в мгновенно выбираемой системе условных знаков, постоянно зрительно наблюдаемое и контролируемое во всех его изменениях в процессе компьютерного составления (В. З. Макаров и др., 2002).

Электронные карты в отличие от традиционных характеризуются следующими качественно новыми свойствами и возможностями использования (Т. В. Котова и др., 1998):

– постоянное обновление информационного поля (базы цифровой картографической и семантической информации);

- интегрированное отображение на одном экране совместно обрабатываемых априорных и оперативных данных;
- отбор данных и построение изображения, соответствующего информационным потребностям пользователя (пользователь может добавлять или убирать информацию, отображаемую на экране, менять масштаб и проекцию, получать псевдообъемные и динамические изображения, использовать оптические эффекты);
- автоматическая картометрия (определение координат и направлений, расстояний и длин, площадей и объемов, построение изолиний уровней и поверхностей);
- автоматическое документирование оперативной обстановки на единой картографической основе;
- открытость информационного поля и математического обеспечения (расширяет круг решаемых задач).

В настоящее время большое количество картографических материалов накоплены в миллионах листах карт различного масштаба и назначения на бумажной основе. Для эффективного использования этого поистине безграничного фонда информации об окружающем нас мире необходимы разработка и применение новых «безбумажных» информационных технологий, позволяющих оперативно выполнять целенаправленную обработку и автоматизированную интерпретацию картографических данных; создание цифровых карт.

Под *цифровой картой* обычно понимают цифровую запись в памяти ЭВМ картографической информации о местности (территориальных объектах, различных природных и социально-экономических процессах и явлениях) в необходимых кодах, структурах, форматах и системах исчисления (В.З. Макаров и др., 2002). Иными словами, цифровая карта — представление объектов карты в цифровой форме в виде базы данных, позволяющее сохранять значения их атрибутов в памяти компьютера, манипулировать с этими значениями и выводить необходимые данные в различных форматах на экран, на принтер.

Для решения различных научных и прикладных задач создаются и используются производные от цифровых карт — электронные карты. *Электронная карта* — цифровая карта, визуализированная или подготовленная к визуализации на экране в специальной системе условных знаков. Электронные карты получают путем преобразования цифровых с помощью современных средств машинной графики.

Электронные карты легко воплотить в традиционную бумажную или пластиковую форму, используя современные лазерные или струйные принтеры, имеющие высокое графическое разрешение. При этом получаются *компьютерные карты*.

Компьютерное эколого-географическое картографирование включает следующие основные процессы:

- подготовка исходных картографических материалов;
- оцифровка, обработка и редактирование цифровой картографической информации;
- формирование картографических изображений для хранения в архиве и выдачи по запросам.

В настоящее время наметился новый этап в развитии автоматизированного картографирования — *геоинформационное картографирование*, предусматрива-

ющее создание и целенаправленный анализ картографических изображений на базе *географических информационных систем* (ГИС). Географические информационные системы предназначены для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза экологических показателей и ситуаций и управления ими с помощью создания и использования компьютерных (электронных) карт, атласов и других картографических произведений, которые составляют информационно-картографическое обеспечение принятия управленческих решений (А. М. Берлянт, 2001).

При создании ГИС главное внимание всегда уделяют выбору географической основы и базовой карты, которая служит каркасом для привязки, совмещения и координирования всех данных, поступающих в ГИС, для взаимного согласования информационных слоев и последующего анализа (Картоведение, 2003). В экологических ГИС в качестве базовых чаще всего используют топографические карты, ландшафтные и карты использования земель.

ГИС подразделяются по тематике. Созданы специализированные земельные информационные системы (ЗИС), кадастровые (КИС), городские или муниципальные (МГИС), для предотвращения и локализации последствий чрезвычайных ситуаций (ГИС для целей ЧС) и др. Видное место среди них занимают экологические геоинформационные системы (ЭГИС, ЭкоГИС) — автоматизированные аппаратно-программные системы, осуществляющие сбор, обработку, преобразование, отображение и распространение пространственно-координированных экологических данных (А. М. Берлянт, 2001; К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002).

Основу экологических информационных систем составляют базы цифровых экологических данных и автоматические картографические системы с подсистемами ввода, логико-математической обработки и вывода данных. Информационное обеспечение таких систем — экологические карты и атласы, аэро- и космоснимки, статистические и гидрометеорологические данные, результаты экологических исследований (К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002).

Базы данных делятся на два типа: картографической информации (цифровые топографические и тематические карты, аэро- и космоснимки) и атрибутивной (описательной). Например, в атрибутивную базу данных «ГИС-нефтепромысел» включены данные химических анализов природных сред за разные годы, описания почвенных профилей, климатические, гидрологические, геоморфологические, инженерно-геологические, геоботанические и другие характеристики природных компонентов ландшафта, полученные на ключевых участках и вдоль трассовых маршрутов, словесные описания состояния элементов обустройства нефтепромыслов и трассы нефтепровода (В. З. Макаров и др., 2004).

Структуру ГИС обычно представляют в виде набора информационных слоев. Например, базовый слой содержит данные о рельефе, затем следуют слой гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, почв, растительного покрова, распространения загрязняющих веществ и т. д. В процессе решения поставленных задач слои анализируют по отдельности или совместно в разных комбинациях, выполняют их взаимное наложение (*оверлей*) и районирования, рассчитывают корреляции и т. п. (Картоведение, 2003).

При оцифровке карт всю графическую информацию с них, даже однотипные данные, следует разносить по отдельным слоям. Подобное структурирова-

ние исходных картографических слоев в дальнейшем облегчает возможность манипулирования ими при создании разнообразных картографических основ и производных тематических карт.

Программным обеспечением ГИС предусмотрен широкий набор *функций* — иногда их число достигает 150, причем некоторые включают целую группу технологических операций. О двух функциональных группах следует сказать особо — это пространственный анализ (геоанализ) и пространственное моделирование (геомоделирование), составляющие технологическое ядро ГИС.

В рамках пространственного анализа одна из важнейших функций — создание и обработка цифровых моделей рельефа (ЦМР). Под ЦМР принято понимать средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей, или рельефов) в форме трехмерных данных, включающих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений координаты Z в узлах регулярной или нерегулярной сети, или в виде совокупности записей горизонталей (изогипс, изобат) (Ю. Б. Баранов и др., 1999). Использование ЦМР предполагает расчет разнообразных «частных характеристик» рельефа, под которыми понимаются значения углов наклона, экспозиций и формы склонов и др.

ЦМР широко используются для решения задач геоэкологического картографирования, прежде всего оценки эрозионной опасности, которая рассчитывается как функция набора геолого-геоморфологических, почвенных и климатических параметров, включая морфометрические (углы наклона и экспозиции), а также характеристик использования земель.

Другая сфера приложения ЦМР — это моделирование поверхностного стока и механизма миграции загрязнений. В качестве примера можно привести проект экологической оценки территории Новосибирского Академгородка средствами ГИС. В процессе работы были получены производные слои и карты углов наклона, экспозиций и направлений стока, которые затем были использованы для оценки направлений поверхностного стока локальных загрязнителей. Комплексный пространственный анализ данных привел к заключению, что изначальная планировка Академгородка представляла собой экологически продуманный проект, сочетающий жилую застройку и научно-исследовательский комплекс, эффективно встроенные в рельеф и ландшафтное окружение.

Геомоделирование предполагает возможность построения и использования моделей объектов с пространственно-распределенными параметрами, в том числе пространственно-временных моделей динамики процессов. Геомоделирующие функции могут быть встроены в программное обеспечение ГИС; обычно это математико-статистическая обработка данных о пространственных размещениях и временных рядах, межслойный корреляционный и регрессионный анализ взаимосвязей разнотипных объектов, отдельные геоимитационные модели «поведения» геосистем: эрозии почв, диффузии, эпизоотий, лесных пожаров, наводнений, распространения загрязнений в атмосфере крупных промышленных центров, сейсмической активности или последствий техногенных аварий.

С помощью математических моделей можно прогнозировать обстановку, оценивать опасность природного или техногенного воздействия, рассчитывать поле этого воздействия, ущерб от него, вырабатывать план действий. Так,

авторами уже упоминавшейся «ГИС-нефтепромысел» была разработана математико-картографическая модель, позволяющая определять наиболее вероятные направления утечек нефти и возможную площадь загрязнения от каждой эксплуатационной скважины и планировать размещение систем защиты от аварийных разливов (В. З. Макаров и др., 2004).

Наличие у программного продукта развитых пространственно-аналитических и геомоделирующих функций — необходимый и достаточный признак для квалификации системы как геоинформационной. Именно это отличает ГИС от иных систем и используемых для их создания программных средств: систем автоматизированного проектирования (САПР) и компьютерной графики в целом, не без успеха используемых в подготовке картографической графики; автоматизированных картографических систем; средств настольного картографирования и картографических визуализаторов, способных полностью компьютеризировать процесс составления и издания традиционных бумажных карт, подготовки цифровых карт и их видеозеркальных отображений в форме электронных карт и атласов; систем цифровой обработки изображений (например, аэросъемок, съемок Земли из космоса).

Вовлечение геоинформационных технологий в процесс геоэкологических исследований обусловило резкий скачок количества эколого-картографической продукции и ее качества. Во-первых, применение геоинформационных технологий значительно повышает оперативность геоэкологического картографирования, неосценимую для проведения мониторинга загрязнения, слежения за конкретными его источниками и т. д. Во-вторых, современное программное обеспечение помогает сводить в единую систему разные источники информации: картографические, текстовые, материалы дистанционного зондирования, базы данных, графики и пр. В-третьих, и это самое главное, геоинформационные технологии позволяют создавать геоэкологические модели территорий и оперировать ими с помощью оверлейных процедур, цифровых моделей рельефа и др. (Б. А. Новаковский и др., 2005).

Современные рынки программных средств ГИС предлагают чрезвычайно широкий ассортимент продуктов разных ценовых и функциональных категорий. Существует небольшое количество специализированных программных продуктов; гораздо более широкое распространение получили коммерческие ГИС общего назначения. По данным анализа рынка программных средств ГИС, лидерами российского рынка в настоящее время являются: среди ГИС — ARC/INFO (ESRI, Inc., США), MapInfo (Mapinfo Corp., США), ArcView (ESRI, Inc.) и ГеоГраф (Центр информационных исследований ИГ РАН, г. Москва); среди векторизаторов — Easy Trace (Easy Trace Group — ООО «Колет», г. Рязань) и MapEdit (ЗАО «Резидент», г. Москва); среди САПР с элементами ГИС — AutoCAD (Autodesk, Inc., США), MicroStation (Bentley Systems, Inc., США) и CREDO (Научно-производственная компания «Кредо-Диалог», Беларусь); среди специализированных средств ведения земельного кадастра — GeoCAD Systems (Геокад, Ltd., г. Новосибирск) и Геополис (Новосибирский региональный кадастровый центр «Земля», г. Новосибирск).

Как уже отмечалось, развитые функции ГИС находят разнообразное применение, включая задачи геоинформационного картографирования — создания компьютерных («бумажных») и электронных (видеозеркальных) атласов. Последние получают все более широкое распространение, обычно в виде за-

писей на компакт-диски, как альтернатива «бумажным» картографическим изданиям (А. В. Кошкарев, 1999).

Преимущества электронного картографирования — в его оперативности, гибкости и многовариантности. Составление электронных версий атласов требует меньше времени и материальных затрат, позволяет применять средства анимации и мультимедийные средства и, что особенно важно, дает возможность регулярно обновлять карты. Благодаря постоянно дополняемому и обновляемому банку пространственных данных электронные атласы оперативно воспроизводятся и превращаются в инструмент информационной поддержки при принятии решений по управлению территориями.

В России уже накоплен определенный опыт электронного атласного картографирования, позволяющий сделать ряд важных выводов, касающихся прежде всего использования программных средств. Программное обеспечение должно быть доступным широкому кругу потребителей, в том числе адаптированным к любым персональным компьютерам, обеспечивать вывод данных в любой удобной для потребителя форме; база данных должна своевременно обновляться.

Определенные требования предъявляются и к базе данных. Она должна быть единовременной (т. е. хранящиеся в ней количественные данные по всем переменным должны относиться к одному моменту времени), достаточно подробной, позиционно точной, абсолютно совместимой с другими данными, адекватно отражающей характер явлений, доступной для пользователя.

В настоящее время огромное число карт и атласов размещается в Интернете. Среди карт и атласов, пользующихся наибольшим спросом, называют и карты состояния окружающей среды и природных катастроф. Востребованность карт и атласов экологической тематики у пользователей электронных сетей открывает широкие перспективы перед их разработчиками.

ГЛАВА 2

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ (ОБЗОР)

2.1. Карты оценки природных условий и ресурсов для жизнедеятельности человека (населения)

Природные условия и ресурсы, необходимые для жизни и деятельности человека, составляют эколого-ресурсный потенциал территории.

Эколого-ресурсный потенциал любой территории — это определенный набор условий и ресурсов природной среды (геосистемы ландшафта), который обеспечивает существование человека и необходим для его хозяйственной деятельности. В состав эколого-ресурсного потенциала, соотнесенного с природным ландшафтом, входят, прежде всего, те природные свойства и условия, которые оказывают непосредственное влияние на ощущения и состояние (здоровье) человека. Они составляют собственно *экологический потенциал* территории, характеризующий степень комфортности или благоприятности природных условий для жизни человека. Другой частью комплексного потенциала является *природно-ресурсный потенциал* — совокупность тех природных богатств, которые используются в качестве естественных (минеральных, водных, биотических и др.) ресурсов для промышленного и сельскохозяйственного производства, для рекреации и прочих видов человеческой деятельности.

Институт географии РАН традиционно занимается зонированием территории России по *природным условиям жизни населения* с 1955 г. Наиболее полные опыты районирования по критерию благоприятности условий для жизни населения проведены географами в конце 60-х гг. XX в. и обобщены С. А. Ковалевым, В. В. Покшишевским, Е. Б. Лопатиной, О. Р. Назаревским. Среди факторов, оказывающих влияние на условия жизни населения, выделялись как чисто природные, так и социально-экономические: условия труда, исторически сложившееся заселение территории и степень ее хозяйственной освоенности, типы и формы расселения, различия в потребностях и обслуживании населения (А. Н. Золотокрылин и др., 1992). Однако данные карты наиболее точно отражали только зональные особенности климатических условий, а азональные и меридиональные отличия учитывались в меньшей степени.

В 1973 г. коллектив авторов под руководством Л. А. Чубукова составил карту «Зонирование территории СССР по природно-климатическим условиям жизни населения». Данная карта стала результатом обобщения трех карт: «Синопτικο-климатической карты зонирования территории СССР», включающей контрастность изменений погоды зимой и летом; карты «Зонирование территории СССР для типизации набора одежды и обуви по природно-климатичес-

ким условиям» и карты «Зонирование территории СССР для типизации жилищ по природно-климатическим условиям», составленной А. А. Гербурт-Гейбовичем и В. Н. Янукевич.

«Карта оценки природных условий жизни населения СССР» (рис. 1 цв. вкл.), созданная коллективом под руководством О. Р. Назаревского (1984) в масштабе 1 : 8 000 000, построена с учетом 29 параметров природной среды.

Цифрами от 1 до 12 обозначены *внеклиматические условия*: 1 — продолжительность дня и ночи; 2 — годовые суммы солнечной радиации; 3 — абсолютная высота местности; 4 — глубина расчленения рельефа; 5 — сейсмичность; 6 — заболоченность; 7 — обеспеченность поверхностными водами; 8 — обеспеченность подземными водами; 9 — естественное озеленение; 10 — природные условия отдыха и оздоровления; 11 — наличие кровососущих насекомых; 12 — наличие болезней с природной очаговостью; \sum_{1-12} — средняя оценка совокупности внеклиматических условий (на карте обозначена фиолетовым цветом).

Другую группу составляют *климатические условия*: 13 — эффективные эквивалентные температуры января; 14 — эффективные эквивалентные температуры июля; 15 — теплоощущение человека зимой; 16 — теплоощущение человека летом; 17 — температурный режим зимы; 18 — температурный режим лета; 19 — продолжительность экстремального периода; 20 — продолжительность безморозного периода; 21 — продолжительность отопительного периода; 22 — годовые амплитуды среднесуточных температур; 23 — сумма температур за вегетационный период; 24 — продолжительность пасмурного периода; 25 — продолжительность периода с осадками; 26 — продолжительность периода со снегом; 27 — сила ветра; 28 — снежнегодная продолжительность метелей; \sum_{13-28} — средняя оценка совокупности климатических условий (на карте обозначена красным цветом).

Анализ параметров проводился статистическим методом, при этом определялись соответствующие показатели по ключевым точкам (местностям-ключам), равномерно расположенным на карте: по центру равновеликих трапеций, ограниченных градусной сеткой. Полученные для каждого параметра показатели оценивали по пятибалльной шкале, принимая в качестве оптимальных климатические условия средней полосы европейской части России, оценку умножали на коэффициент значимости данного параметра. Выведенная по этим данным итоговая средневзвешенная оценка в баллах по каждой ключевой точке дает представление об относительной степени благоприятности для жизни человека территорий в пределах выделенных трапеций и служит основой для проведения изолиний («изовит»), обозначающих одинаковый уровень экологического потенциала. Таким образом, на территории СССР было выделено пять градаций благоприятности (комфортности) природных условий жизни населения (рис. 2.1).

По существу рассматриваемая карта природно-климатических условий жизни населения отражает как бы первоначальное, исходное экологическое состояние территории России и дает представление о сложности и трудности освоения человеком ее отдельных регионов.

Во второй половине 80-х гг. XX в. были продолжены исследования по укрупненному районированию территории России по природным и социально-экономическим условиям жизни населения. Коллектив авторов под руковод-

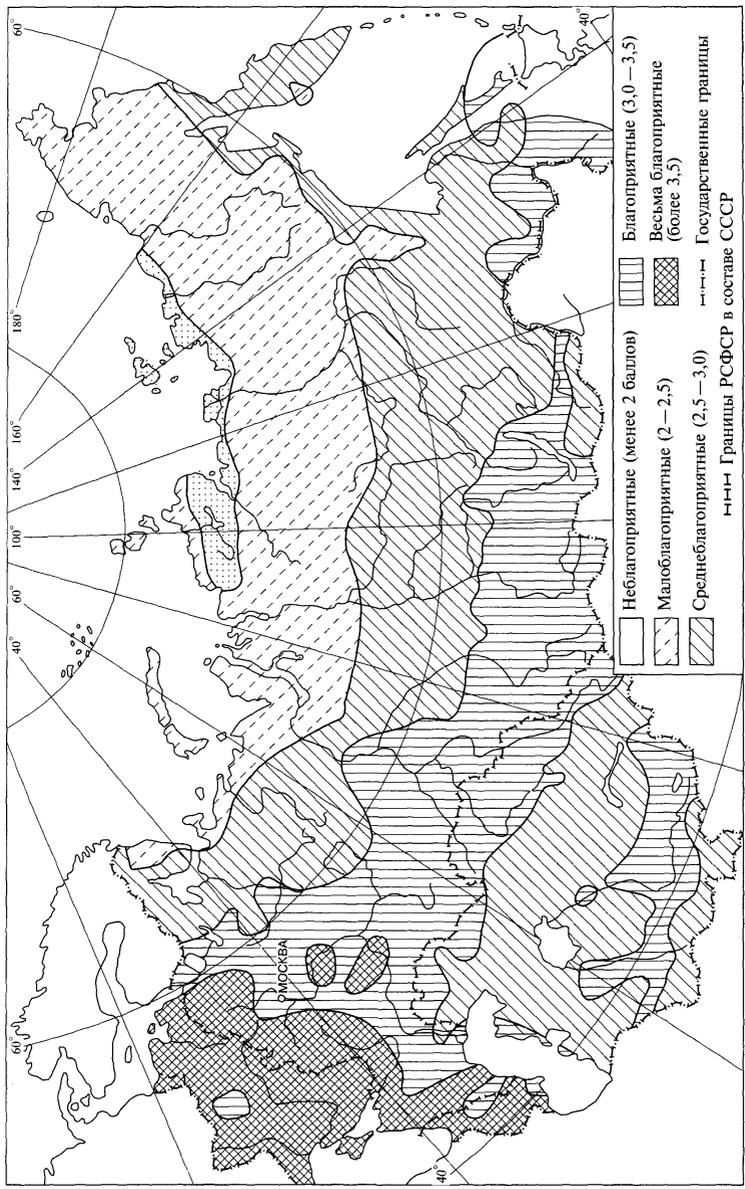


Рис. 2.1. Природно-климатические условия жизни населения на территории России и сопредельных государств (по О. Р. Назаревскому, 1989)

ством А. Н. Кренке стремился отдельно рассмотреть зональные и а зональные факторы (табл. 2.1, 2.2), при этом первые были приняты в качестве основных, а вторые введены в дальнейшем для корректировки результатов.

Выделенные факторы могут быть распределены по следующим группам (А. Н. Золотокрылин и др., 1992):

- климатические (продолжительность отопительного сезона; коэффициент дискомфорта климата, учитывающий повторяемость низких температур воздуха, сильных ветров, междусуточной амплитуды атмосферного давления; коэффициент технической жесткости, являющийся функцией минимальных температур, амплитуды суточных колебаний температуры, максимальной скорости ветра, относительной скорости ветра, относительной влажности воздуха; дефицит естественной освещенности и ультрафиолетовой радиации, особенно влияющих на условия жизни и выживаемость детей);

- медицинские (медико-географические типы территории, отражающие уровни комфортности, характер природного и техногенного воздействия на здоровье населения, особенности адаптации пришлого населения и предпосылок болезней; картосхемы В. М. Школьников, обобщающие статистику детской смертности и продолжительности жизни мужского населения);

- физико-географические (рельеф, растительность, промерзаемость грунта, заболоченность);

- социально-экономические (хозяйственная освоенность территории, транспортная доступность).

Итогом работы стала карта «Оценка природных условий жизни населения СССР» масштаба 1 : 8 000 000, составленная в 1987 г. Данная карта была в дальнейшем усовершенствована, особое внимание при этом уделялось определению границы и характеристике территории севера СССР (А. Н. Золотокрылин и др., 1992, 2005).

На основании карт районирования по условиям жизни населения на территории России может быть выделено семь зон: I — абсолютно дискомфорт-

Таблица 2.1

Зональные критерии суровости жизни населения

Зона	Повторяемость благоприятных для человека погод, %	Продолжительность безморозного периода, дни	Сумма активных температур выше 10 °С за вегетационный период, °С	Продолжительность отопительного сезона (суточная температура ниже + 8 °С), дни	Продолжительность ультрафиолетовой недостаточности, мес	Класс жилища
I	<15	<70	<800	>300	>5	1
II	15 — 25	70 — 90	800 — 1 200	275 — 300	3 — 5	2
III	25 — 35	90 — 105	1 200 — 1 600	250 — 275	2 — 3	3, 4, 5а
IV	35 — 45	105 — 110	1 600 — 2 000	225 — 250	1 — 2	5б, 5в
V	45 — 60	>110	>2 000	<225	0	5д и более

Таблица 2.2

Азональные критерии дискомфортности природно-климатических условий жизни человека

Степень дискомфортности	Биоклиматические индексы (январь)			Мощность сезонноталого слоя, м	Теплоизоляционные свойства одежды, КЛО**		Заболоченность, %
	суровости климата (Бодмана)*, баллы	влажного ветрового охлаждения, мкал/(см ² ·с)	удельный термодинамический потенциал, ккал/кг		зима	лето	
I	>4,0	>70	<59,0	<1,0	>6,0	>2,0	>80
II	3,1—4,0	51—70	59,1—61,0	1,0—1,6	5,0—6,0	1,5—2,0	60—80
III	2,1—3,0	41—50	61,1—62,0	1,6—2,4	4,0—5,0	1,0—1,5	30—60
IV	1,6—2,0	31—40	62,1—63,0	>2,4	3,0—4,0	0,5—1,0	10—30
V	<1,6	<30	>63,0	Нет мерзлоты	2,5—3,0	<0,5	<10

* Отражает совокупное влияние ветра и низкой температуры.

** КЛО (CLO) — принятый в международной практике показатель защищенности человека от холода.

ная, II — экстремально дискомфортная, III — дискомфортная по теплообеспеченности, IV — относительно дискомфортная, V — условно (относительно) комфортная, VI — комфортная, VII — дискомфортная (по водообеспеченности).

Наибольшей комфортностью обладают природные условия крайнего запада Русской равнины и Предкавказья, а также отдельные участки приокских и приволжских территорий, принадлежащие зонам смешанных и широколиственных лесов и частично степным и лесостепным ландшафтам. Основной массив степных, лесостепных, подтаежных и южнотаежных ландшафтов входит в зону благоприятных условий жизни населения. Сюда же отнесена южная часть Приморья и Приамурья. Среднеблагоприятными условиями обладают ландшафты средней и отчасти северной тайги, а также сухостепные и полупустынные прикаспийские ландшафты. Арктические, субарктические и северотаежные ландшафты относятся к категории малоблагоприятных и неблагоприятных.

Вопросы комплексной оценки и картографирования природных условий для жизнедеятельности населения рассмотрены Б. Б. Прохоровым (1998) при создании карты «Антропоэкологическое таксонирование азиатской России». Автором была разработана система показателей, получившая название «уровень, или степень, комфортности территории». Степень комфортности — интегральный показатель, который основан на анализе примерно 30 параметров окружающей среды, в число которых входят: континентальность климата, продолжительность периодов с различными температурами воздуха, амплитуды годовых, месячных, суточных температур воздуха, обеспеченность населения водой для хозяйственно-питьевых целей, качество и доступность этой

воды, наличие опасных природных явлений (сейсмичность, паводки и наводнения, лавины, сели), природных предпосылок болезней и условий для их проявления, ведущая патология у различных групп населения и др.

По итогам оценки отобранных параметров выделено пять градаций территорий по степени комфортности: комфортные (наиболее благоприятные для жизнедеятельности людей из любых районов России), прекомфортные (благоприятные), гипокомфортные (пригодные для нормальной жизнедеятельности при осуществлении ряда технических, социально-экономических и медико-санитарных мероприятий), дискомфортные (малопригодные для постоянного проживания и трудовой деятельности людей без создания специальных очень дорогостоящих систем жизнеобеспечения населения) и экстремальные (непригодные даже при создании специализированных систем жизнеобеспечения).

Наряду с таким комплексным подходом к определению всего объема эколого-ресурсного потенциала природных ландшафтов и отдельных территорий существуют методики и более дифференцированной отраслевой оценки экологических значимых природных свойств (А. В. Антипова, 2001).

В структуре природного экологического потенциала ландшафта одно из главных мест принадлежит климату, прежде всего тепло- и влагообеспеченности. Для их интегрального выражения А. Г. Исаченко наиболее приемлемым считает показатель биологической эффективности климата (по Н. Н. Иванову). Этот показатель (ТК) представляет собой произведение суммы активных температур (выше 10 °С) в сотнях градусов Т и коэффициента увлажнения К. Таким образом, показатель ТК синтезирует важнейшие климатические параметры — температуру и влажность воздуха, атмосферные осадки, а также годовые ресурсы солнечного тепла — и выражает общий экологический фон. Кроме того, с величинами ТК коррелируют другие важные показатели экологического потенциала ландшафта, в том числе биологическая продуктивность и интенсивность биогеохимического круговорота. Наивысшие, близкие к 30—40, значения ТК в пределах России наблюдаются на небольшой площади Черноморского побережья Кавказа. Из всей остальной территории выделяется средняя полоса Европейской России с показателем ТК около 22, соответствующая основной зоне экологического оптимума (А. Г. Исаченко, 2003).

ТК широко применяют для оценки и картографирования геосистем разного ранга и административно-территориальных образований по уровню их экологического потенциала. Так, при районировании территории Ростовской области по величине ТК выделено четыре градации по степени благоприятности условий жизни (рис. 2 цв. вкл.).

Карты оценки природных условий и ресурсов имеют важное прикладное значение и применяются при оценке территорий перспективного хозяйственного освоения. Так, в качестве основных параметров оценки пригодности территории для расселения в зоне Байкало-Амурской магистрали были приняты: комфортность климатических условий или теплообеспеченность территории (сумма температур за период со среднесуточными температурами +10 °С и продолжительность этого периода); абсолютная высота над уровнем моря, густота и глубина расчленения рельефа, наличие площадок, удобных для промышленного и сельскохозяйственного освоения; заболоченность территории

распространения многолетней мерзлоты; водообеспеченность (величина годового поверхностного стока); качество воды (химический класс, общая минерализация, содержание отдельных биогенных элементов); возможность обеспечения продуктами питания (сбалансированного рациона) за счет местных ресурсов; распространение болезней с природной очаговостью и эндемичных заболеваний; потенциал самоочищения среды обитания (преимущественно приземного слоя воздуха) от загрязнения.

Главными факторами дифференциации территории по условиям расселения практически всюду выступают климат, рельеф, заболоченность. Выделено 25 основных ландшафтно-географических типов территорий, которые по совокупности условий, значимых для жизни человека и его здоровья, объединены в следующие группы: территории, непригодные для расселения; с крайне ограниченными территориально-экологическими ресурсами расселения; с умеренно благоприятным сочетанием ресурсов и условий расселения; пригодные для массового расселения при условии проведения инженерно-мелиоративных мероприятий по улучшению земель и охране среды.

Оценочное *картографирование природных ресурсов* в большинстве случаев относится к области экономической географии, поэтому среди множества таких карт важно выделить те, которые отображают основные показатели, имеющие непосредственную связь с качеством природной среды.

При рассмотрении ресурсных возможностей территории ведется отбор тех репрезентативных природных параметров, которые характеризуют наиболее важные в хозяйственном отношении виды и формы естественных ресурсов, поддерживающих жизнедеятельность человека. Ресурсный потенциал территории обычно оценивается по двум группам естественных богатств: невозобновимых (минеральные ресурсы) и возобновимых (водные и биотические ресурсы).

В современных условиях фундаментом ресурсного потенциала территории служат минеральные богатства, размещение и запасы которых подчиняются геолого-тектоническим закономерностям строения земной коры. Оценка этих богатств определяется наличием на конкретной территории (в ландшафте) традиционных групп полезных ископаемых (уголь, нефть, газ, металлы, нерудные ископаемые, стройматериалы), их запасами и сырьевым значением.

Для оценки естественного потенциала возобновимых ресурсов могут использоваться пять основных показателей, имеющих непосредственную связь с оценкой качества среды (А. В. Антипова, 2001):

- первичная биопродуктивность — прирост фитомассы, т / (га · год);
- производительность коренных лесов — прирост древесины, м³ / (га · год);
- продуктивность естественных кормовых угодий — луга, пастбища, т / (га · год);
- естественное плодородие почв — нормальная или средняя урожайность зерновых на землях без улучшений, ц/га;
- естественная водообеспеченность территории — модуль стока рек, л / (с · км²).

При общей оценке экологической обстановки необходимо учитывать, что истощение природно-ресурсного потенциала ведет к серьезным экологическим проблемам (обезлесение, потеря плодородия почв, дигрессия пастбищ и др.) и значительно ухудшает экологическую ситуацию в целом.

2.2. Карты экологически неблагоприятных и опасных природных процессов

С социально-экологической точки зрения среда обитания человека может быть подразделена на две крупные части: природные условия как среда жизни человека и его хозяйственной деятельности; природные ресурсы, используемые или находящиеся в резерве.

Природные явления в окружающей среде, представляющие опасность для человека и его хозяйственной деятельности, называют неблагоприятными и опасными явлениями (НОЯ). При этом НОЯ могут иметь как естественные, так и антропогенные причины возникновения и характеризуются изменением состояния элементов природной среды, интенсивностью проявления, масштабом распространения и продолжительностью. По мнению С. М. Мягкова (1995), НОЯ — это результат не столько «несовершенства» природной среды, сколько неполной приспособленности размещения, средств и приемов производства к местным особенностям природы, а число и разнообразие НОЯ растут по мере усложнения производства и проникновения человека в районы нового освоения.

Неблагоприятные и опасные природные процессы и явления могут быть отнесены к следующим типам, носящим, однако, условный характер, поскольку возникновение НОЯ обусловлено обычно комплексом причин (Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев, 2004):

- космические — солнечная активность, магнитные бури, падение метеоритов и др.;
- геологические — извержения вулканов, землетрясения, цунами;
- геоморфологические — оползни, сели, лавины, обвалы, просадки и т. п.;
- климатические и гидрологические — тайфуны, смерчи, штормы, абразия берегов, термоэрозия, эрозия почв, изменение уровня грунтовых вод и др.;
- биологические — массовое размножение сельскохозяйственных вредителей, кровососущих, ядовитых животных, эпидемии и др.

Анализ известных в настоящее время НОЯ позволяет создать карты неблагоприятных процессов и явлений как для территории отдельного государства, региона, области, так и для мира в целом. Степень детализации карт НОЯ может быть разной — от обзорных карт, на которых лишь отмечены места проявления различных НОЯ (рис. 3 цв. вкл.), до средне- и крупномасштабных, подробно характеризующих один генетический тип (или даже одно явление) (рис. 4 цв. вкл.).

Крайней формой проявления неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений считаются стихийные бедствия, которые парализуют нормальную жизнедеятельность населения и наносят социально-экономический ущерб такого размера, который не может быть преодолен без внешней помощи, а иногда и при ее содействии. Самыми опасными, по данным ООН, считаются циклоны, особенно тропические (тайфуны), не менее опасны засуха и опустынивание. По числу жертв выделяют шесть категорий стихийных бедствий (СБ) (С. М. Мягков, 1995):

I категория (всемирное СБ) — от 30 млн до 3 млрд жертв;

II категория (континентальное СБ) — от 300 тыс. до 30 млн жертв;

- III категория (национальное СБ) — от 3 000 до 300 тыс. жертв;
 IV категория (региональное, или краевое, СБ) — от 30 до 3 000 жертв;
 V категория (районное СБ) — от 1 до 30 жертв;
 VI категория (местное СБ) — жертв нет.

В то же время и сравнительно слабые виды НОЯ (природные неудобства вроде туманов, заболоченности, закарстованности и т.п.) приносят ощутимый ущерб. Таким образом, стихийно-разрушительные явления и природные неудобства могут быть объединены из-за способности удорожать производство (за счет затрат на восстановление разрушенного или на заблаговременное предупреждение сбоев в режиме производства) в общую категорию природных опасностей в социально-экологическом смысле.

Министерством Российской Федерации по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий ситуации, связанные с опасными природными явлениями (и с техногенными авариями), отнесены к чрезвычайным. Существует несколько шкал размеров чрезвычайных ситуаций (ЧС) (С. М. Мягков, 1995):

– по числу жертв (легкие ЧС — без жертв, ЧС средней тяжести — до 10 жертв, тяжелые ЧС — до 100 жертв, чрезвычайно тяжелые ЧС — до 1 000 жертв, катастрофические ЧС — более 1 000 жертв);

– по численности населения, находящегося под угрозой и нуждающегося в эвакуации (незначительная ЧС — до 100 чел., ЧС средней опасности — до 1 000 чел., опасная ЧС — до 10 тыс. чел., чрезвычайно опасная ЧС — более 10 тыс. чел.);

Таблица 2.3

Основные опасные природные явления на территории России в 1992—1996 гг.
 (число/доля в %, за весь срок) (по К. С. Лосеву, М. Д. Ананичевой, 2000)

Регионы	Ветры	Дожди, град	Землетрясения	Наводнения	Снегопады, метели	Оползни	Прочее	Всего
Северо-Западный	7/35	1/5	—	3/15	2/10	—	7/35	20/100
Центральный	19/45	18/43	—	—	3/7	—	2/5	42/100
Приволжский	28/52	10/19	—	7/13	5/9	—	4/7	54/100
Северо-Кавказский	21/13	47/28	28/17	12/7	10/6	20/12	29/17	167/100
Уральский	12/60	2/10	—	5/25	1/5	—	—	20/100
Западно-Сибирский	10/53	1/5	1/5	5/27	1/5	1/5	—	19/100
Восточно-Сибирский	4/23,5	4/23,5	4/23,5	4/23,5	1/6	—	—	17/100
Забайкальский	3/7	5/12	22/51	10/24	1/2	1/2	1/2	43/100
Дальневосточный	10/15	13/20	26/39	8/12	4/6	1/2	4/6	66/100
Россия	114/25,5	101/22,5	81/18,0	54/12,0	28/6,5	23/5	47/10,5	448/100

– по размеру пораженного участка и, соответственно, количеству и принадлежности сил быстрого реагирования на ЧС (частные и объектовые ЧС — охватывающие предприятие, местные ЧС — в пределах одной административной области, региональные ЧС — более чем в одной области, континентальные, глобальные);

– по тяжести последствий для территориальных комплексов, населения и хозяйства (легчайшие ЧС — потери, полностью восстанавливаемые в срок до 3 суток; легкие, или слабые, — потери, полностью восстанавливаемые в срок до 1 года; средние — потери, полностью восстанавливаемые в срок до 5–7 лет; тяжелые, или сильные, — потери, не полностью восстанавливаемые в срок более 5–7 лет; уничтожающие — потери невосстановимые, в экономически обозримые сроки).

Суммирование различных показателей опасных природных явлений позволяет провести анализ НОЯ для любой территории. Так, данные, приведенные в табл. 2.3, показывают, что наибольшее число чрезвычайных ситуаций природного происхождения на территории России связано с ветрами, на втором месте — ЧС, вызванные дождями и градом, на третьем — землетрясениями, на четвертом — наводнениями.

Природные факторы, обуславливающие распространение и режим основных видов неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений, нашли отражение на обзорных картах различных видов НОЯ. Примером таких обзорных карт может служить карта повторяемости бедствий природного характера (рис. 2.2).

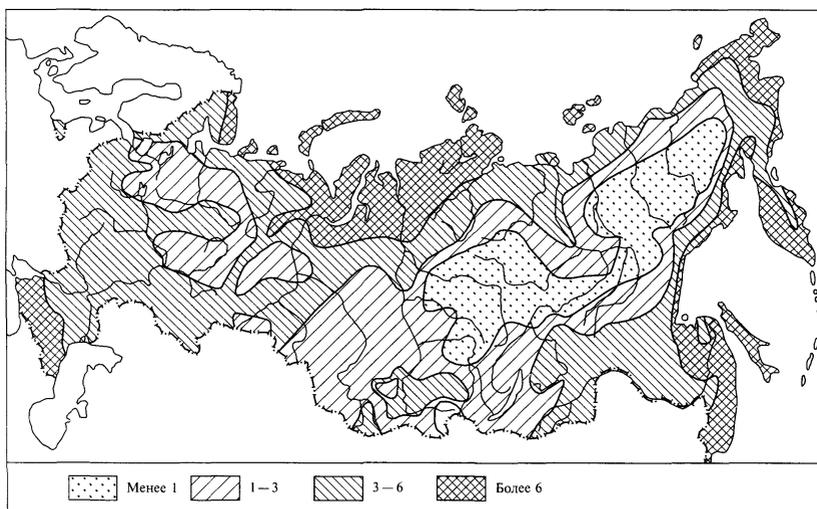


Рис. 2.2. Возможная повторяемость бедствий природного характера для городов России (в баллах) (по К.С.Лосеву, М.Д.Ананичевой, 2000)

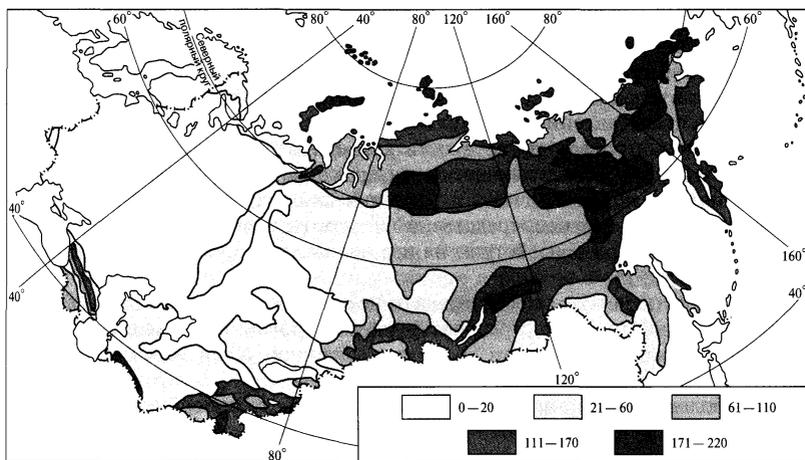


Рис. 2.3. Относительное удорожание градостроительства в СССР за счет защиты от природных опасностей и неудобств (% стоимости строительства в благоприятных условиях) (по Ю. С. Кожухову, 1981)

Сведения о стоимости защиты от физических параметров НОЯ позволяют создавать обзорные карты удорожания градостроительства за счет защиты от региональных сочетаний НОЯ (вулканизм, сейсмичность, наводнения, оползни, лавины, сели, мерзлотные процессы, неблагоприятные климатические факторы, просадка и другие отрицательные инженерно-геологические свойства грунтов, закарстованность, заболоченность, состояние грунтовых вод, степень сложности рельефа). Для территории СССР такая карта была составлена в 1981 г. Ю. С. Кожуховым (рис. 2.3).

Изменения климата, влияющие на распространение и режим ураганов, наводнений и других видов НОЯ, увеличение численности населения и развитие производства в ближайшее время могут привести к росту природных опасностей, что делает картографирование современного и вероятного распространения опасных явлений и процессов особенно актуальным.

2.3. Карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям

Оценка устойчивости природных геосистем, по мнению С. Е. Сальникова (1993), представляет собой важнейший и необходимый элемент содержания любой научно-справочной экологической карты. Вместе с тем карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям являются наименее распространенными, составляя всего 2% общего количества экологических карт.

Такая ситуация обусловлена комплексом теоретических, методологических и методических трудностей, сопровождающих процесс составления карт устойчивости и связанных, прежде всего, с тем, что само понятие и механизмы устойчивости геосистем определены пока еще недостаточно четко.

Развивая представление об устойчивости природных систем, Н. П. Солнцева (1982) рассматривает устойчивость как особое специфическое свойство природных систем, определяющее характер их функционирования во времени. В отличие от морфологических, геохимических и других свойств ландшафта устойчивость нельзя непосредственно измерить. Она проявляется через поведение системы при воздействии на нее внешних природных или техногенных импульсов.

Устойчивость можно определить как потенциал сохранения данной природной системой исходного режима функционирования. Разные типы ландшафтно-геохимических систем обладают различной устойчивостью по отношению к тем или иным техногенным воздействиям.

В наиболее общем понимании устойчивость — это способность геосистем противостоять антропогенным воздействиям (Б. И. Кочуров, 2003). Устойчивость ландшафтов (геосистем) может быть определена также как способность противостоять физико-химическому разрушению (например, для элементов морфолитогенной основы, почвы), самовосстанавливаться после нарушений с определенной полнотой и скоростью (для биоты), «самоочищаться» от различных загрязнений (для элементов неживой и биокосной природы). Совокупность этих взаимосвязанных свойств и определяет общую устойчивость ландшафта (С. Е. Сальников и др., 1990).

Обобщение разных подходов позволяет рассматривать устойчивость ландшафтов с двух позиций. Согласно одной из них устойчивость определяется по отношению к тому или иному конкретному воздействию. В этом случае найденные показатели устойчивости оказываются в равной мере зависимыми как от свойств воздействий, так и от свойств самого ландшафта.

С другой стороны, довольно часто предметом исследований становится выявление относительной или потенциальной устойчивости ландшафтов по отношению к антропогенным воздействиям вообще, а не к каким-либо конкретным воздействиям. В этих случаях внимание исследователей целиком сосредоточивается на свойствах и состояниях ландшафта (как внешних, зависящих от влияния среды, так и внутренних, генетически обусловленных), которые могут сохраняться при самых различных воздействиях.

С. Е. Сальников (1993) уточняет область применения того или иного подхода. Устойчивость геосистем, подвергающихся постоянным или спорадическим воздействиям, оценивается по отношению к этим видам воздействий. Для геосистем природных или близких к природным устойчивость определяется по отношению к любым возможным воздействиям.

Есть и другой аспект проблемы: устойчивость можно определять по отношению к геосистеме (территории) в целом или для ее отдельных компонентов. В. З. Макаров с соавторами (2002) считает, что в основном существующие подходы к оценке устойчивости построены на анализе способности отдельных компонентов природы сопротивляться каким-либо негативным процессам. Во многих практических исследованиях наиболее целесообразен именно такой частный подход.

Картографирование устойчивости геосистем или их компонентов проходит в два этапа:

1) отбор комплекса факторов устойчивости, который формируется в соответствии с природными особенностями территории и структурно-функциональной организацией геосистем;

2) оценка влияния каждого фактора на устойчивость.

Учитывая многообразие и связанную с ним несопоставимость показателей устойчивости, целесообразно их абсолютные значения в разных единицах измерения переводить в относительные. Наиболее приемлемо ранжирование абсолютных данных с их оценкой в баллах. Балльная система применима также для оценки факторов устойчивости, которые изначально определяются количественно, но при интеграции приобретают качественную форму (типы биологического круговорота, классы водной миграции и т.д.). Сумма баллов по всем показателям служит интегральным показателем устойчивости геосистем и их компонентов.

Другой подход к определению устойчивости не предполагает количественной (балльной) оценки отдельных факторов и заключается в их ранжировании и группировке в таблице-матрице. Каждая ячейка матрицы содержит набор признаков, характеризующих определенную степень устойчивости, которая и отражается на карте. Матрица, поясняющая принципы оценки устойчивости, как правило, прилагается к карте в качестве легенды.

В результате анализа имеющихся в настоящее время карт предложено выделять, во-первых, карты устойчивости ландшафта в целом и его отдельных компонентов (атмосферы, поверхностных вод, почвы, морфолитогенной основы), во-вторых, карты устойчивости по отношению к антропогенным воздействиям вообще и к конкретным видам воздействий.

Карты устойчивости атмосферы. Устойчивость атмосферы может зависеть от совокупности метеорологических и климатических условий, влияющих на рассеяние или накопление в атмосфере вредных выбросов. Существуют различные способы определения самоочищающей способности атмосферы. По методике Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета), разработанной в Главной геофизической обсерватории, рассчитывается потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) в зависимости от климатических условий (Э. Ю. Безуглая, 1980). Составлена карта ПЗА на территории бывшего СССР, на которой по сочетанию климатических показателей (инверсии температуры, скорость ветра, высота слоя перемешивания и продолжительность туманов) выделены пять категорий районов по условиям рассеивания примесей.

Метод имеет ряд недостатков: не учитываются метеорологические факторы, характеризующие условия рассеивания в атмосфере, а также необходимо использовать данные аэрологических наблюдений, выполняемых в ограниченном числе пунктов.

Т. С. Селегей и И. П. Юрченко (1990) предложили понятие потенциала рассеивания атмосферы (ПРА), при определении которого принимаются во внимание метеорологические условия очищения и загрязнения атмосферы; кроме того, при его расчете используются параметры, определяемые на значительно большем числе метеостанций. Чем больше величина ПРА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Доступность исходных данных

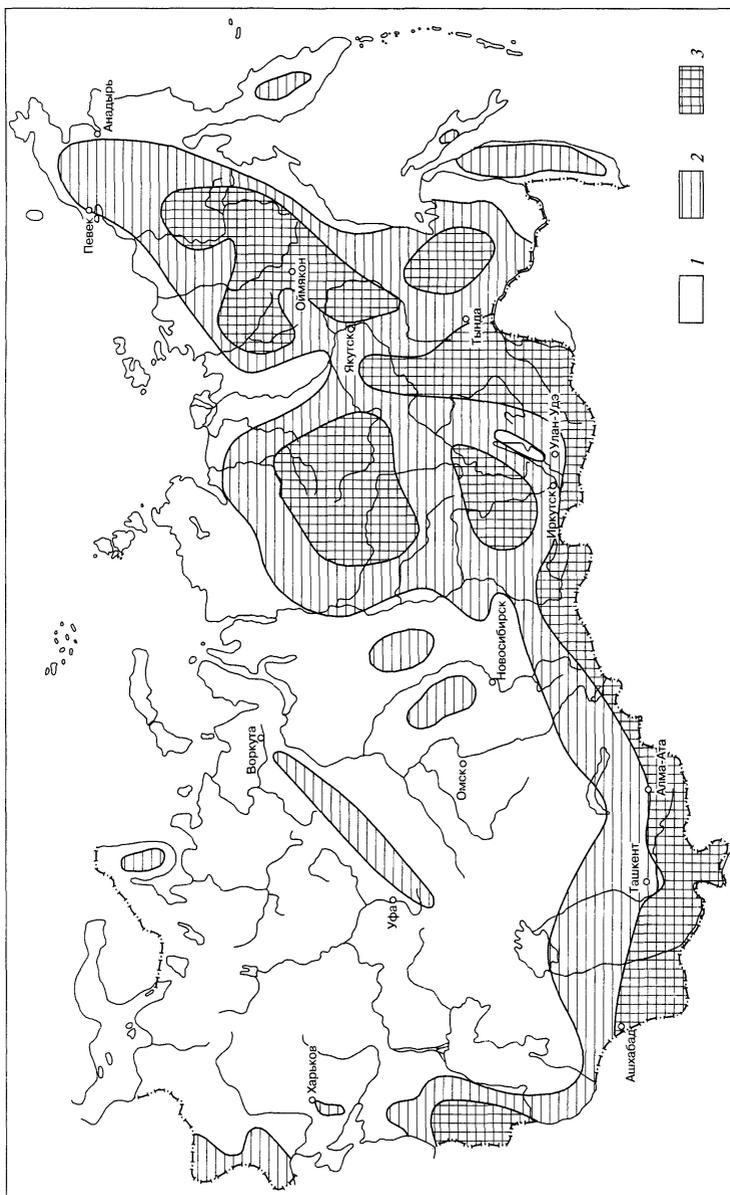


Рис. 2.4. Районирование территории СССР по климатическому потенциалу рассеивающей способности атмосферы (по Т. С. Селгей, И. П. Юрченко, 1990).

Условия для рассеивания примесей: 1 — хорошие; 2 — способствующие накоплению вредных примесей; 3 — крайне неблагоприятные

и несложный расчет ПРА обусловили широкое применение этого показателя при изучении самоочищающей способности атмосферы (рис. 2.4).

Карты устойчивости поверхностных вод. Понятие «самоочищение природных вод» трактуется в литературе неоднозначно, пока не выработано единого мнения по этому вопросу. Наиболее распространено представление о самоочищающей способности воды как совокупности физических, химических и биологических процессов, приводящих к восстановлению качества воды до того состояния, которое было свойственно водному объекту до загрязнения.

Имеется опыт картографирования условий самоочищения поверхностных вод России в масштабе 1 : 15 000 000 (В. А. Скорняков и др., 1997). В качестве основных факторов, определяющих условия самоочищения рек, озер и водохранилищ, приняты интенсивность перемешивания воды, температура воды в летние месяцы и средний годовой расход воды. Сочетание характеристик перемешивания и температур позволяет выделить четыре категории условий самоочищения за счет трансформации загрязняющих веществ. На карте распространение рек различных категорий показано способом качественного фона с помощью штриховки. Выделены градации условий разбавления загрязняющих веществ, определяемых по среднегодовым расходам воды. Сочетание этих градаций с условиями трансформации загрязняющих веществ определяет категорию интегральных условий самоочищения, учитывающих как трансформацию загрязняющих веществ, так и их разбавление. Реки с наиболее быстрым самоочищением воды показаны сплошными линиями, другие категории условий самоочищения показаны пунктирными линиями разных видов (рис. 2.5).

Существуют разработки в области определения и картографирования устойчивости поверхностных вод по отношению к конкретным загрязняющим веществам. Так, В. В. Батояном (1983) выполнено районирование территории СССР по устойчивости поверхностных вод к загрязнению при нефтедобыче. Были отобраны наиболее информативные климатические, гидродинамические и гидрохимические показатели, которые характеризуют процессы миграции нефти и сточных вод в ландшафте и их разложения в водоеме: сумма годовых активных температур воздуха, годовой слой стока и окисляемость поверхностных вод. Все факторы устойчивости были ранжированы по шкале из четырех — семи градаций и сведены в матрицу. Ее анализ позволил оценить устойчивость поверхностных вод к нефтяному загрязнению по четырехбалльной шкале и выделить районы от чрезвычайно чувствительных до малочувствительных к нефтяному загрязнению.

Карты устойчивости почв и ландшафтов. Как считает М. А. Глазовская (1997), устойчивость почв к техногенным воздействиям является в значительной мере проблемой устойчивости к техногенезу природных ландшафтов в целом. Для геосистем и почв предложено выделять различные типы устойчивости: геохимическую, биологическую (восстановительные и защитные свойства растительности), физическую устойчивость литогенной основы (для почв — противозерозионная устойчивость). Введено также понятие интегральной устойчивости, которое включает устойчивость геосистем ко всему комплексу антропогенных воздействий.

Вопросы устойчивости почв к техногенезу наиболее полно освещены в работах М. А. Глазовской (1978, 1988, 1997). Под геохимической устойчивостью

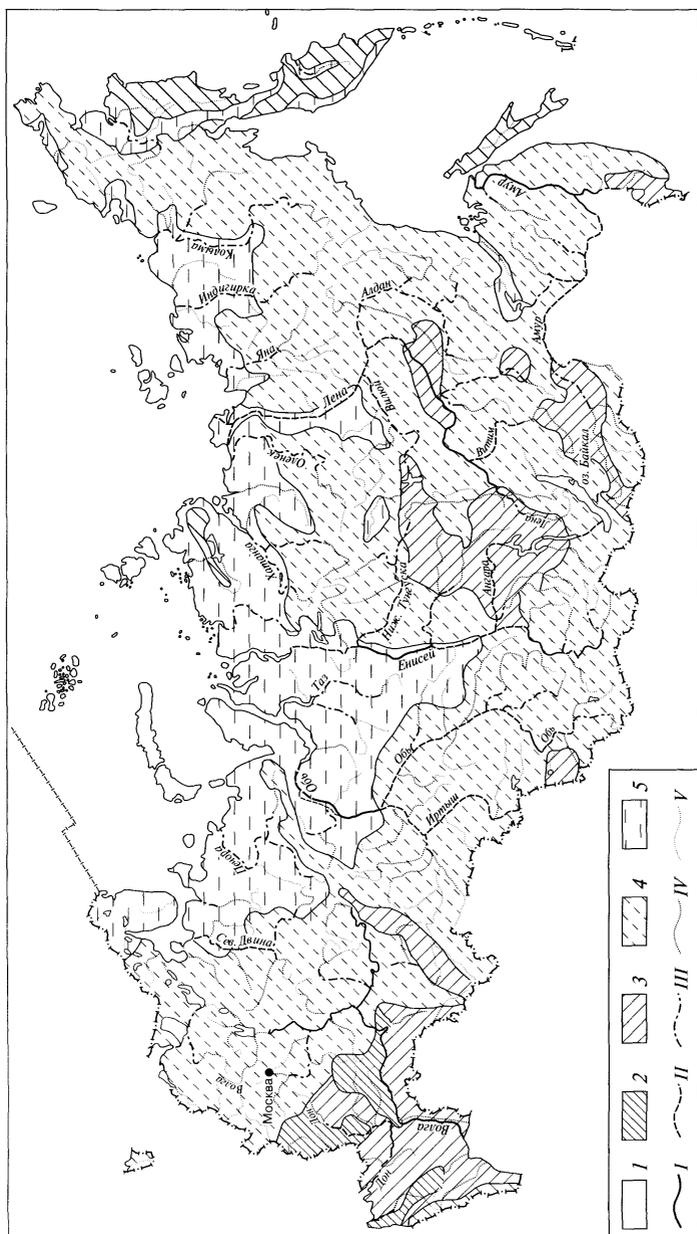


Рис. 2.5. Карта условий самоочищения поверхностных вод России (по В.А.Скорякову и др., 1997).

Условия самоочищения: 1 — очень благоприятные; 2 — умеренно благоприятные; 3 — средние; 4 — умеренно неблагоприятные; 5, V — крайне неблагоприятные. Арабскими цифрами обозначены условия самоочищения в результате трансформации загрязняющих веществ без учета их разбавления, римскими — с учетом разбавления (только для рек)

она понимает, во-первых, потенциальный запас буферности исходных природных почв и ландшафтов. В этом случае устойчивость проявляется в их способности (до известного предела техногенного воздействия) нормально функционировать как биокосные системы. Во-вторых, устойчивость природных систем рассматривается как способность последних к восстановлению нормального функционирования после прекращения техногенного воздействия. В этом случае устойчивость проявляется через скорость самоочищения почв от продуктов техногенеза.

Факторы геохимической устойчивости почв включают щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия, содержание гумуса, природный фон химических элементов, скорость разложения органических веществ (опало-подстилочный коэффициент), положение в каскадной ландшафтно-геохимической системе, наличие вечной мерзлоты и ряд других почвенных характеристик. Составлена схема почвенно-геохимического районирования Нечерноземной зоны России, на которой с помощью качественного фона и буквенно-цифровых индексов выделены типы районов, различающихся по степени устойчивости и характеру ответных реакций почв на химическое загрязнение.

Ландшафтно-геохимический подход использован М.А. Глазовой (1979, 1990) и другими исследователями при оценке и картографировании устойчивости почв к загрязнению определенными веществами (нефтепродуктами, пестицидами), а также к кислотным воздействиям.

К числу характеристик, на основании которых можно дать достаточно полную и многостороннюю оценку устойчивости почв к загрязнению, относится почвенно-геохимический потенциал (Б.И. Кочуров, 1983). При его определении необходимо выявить степень выраженности в почве ряда присущих ей свойств. Среди них — степень развитости почвенного профиля, его мощность, крутизна склона, каменистость, скелетность почв, механический состав, тип водного режима, содержание гумуса, реакция среды, емкость поглощения, буферность. Ранжирование изучаемых свойств по их выраженности позволило создать шкалу балльной оценки почвенно-геохимического потенциала и составить схему специального районирования территории бывшего СССР по устойчивости к определенным техногенным воздействиям.

Для оценки интегральной устойчивости В.Д. Васильевской (1990) выбран комплекс свойств почв и внешних факторов: тип геохимического ландшафта, рельеф, почвообразующие породы, условия увлажнения, теплообеспеченность, величина годовичного прироста фитомассы, интенсивность разложения растительных остатков, запасы гумуса, кислотность, насыщенность основаниями и степень сельскохозяйственной освоенности. Все параметры оценены в баллах и затем по сумме баллов выделены группы почв, различающиеся по степени устойчивости. На основании балльной оценки с использованием почвенной карты составлена схематическая карта устойчивости почв бассейна р. Унжа в масштабе 1 : 1 500 000.

Анализируя исследования, посвященные определению показателей устойчивости ландшафта к каждому типу воздействий, необходимо прежде всего сослаться на разработки в этой области М.А. Глазовой (1979, 1988). Ею была создана концепция устойчивости ландшафтно-геохимических систем, объединенных в технобиогеомы, к техногенному загрязнению.

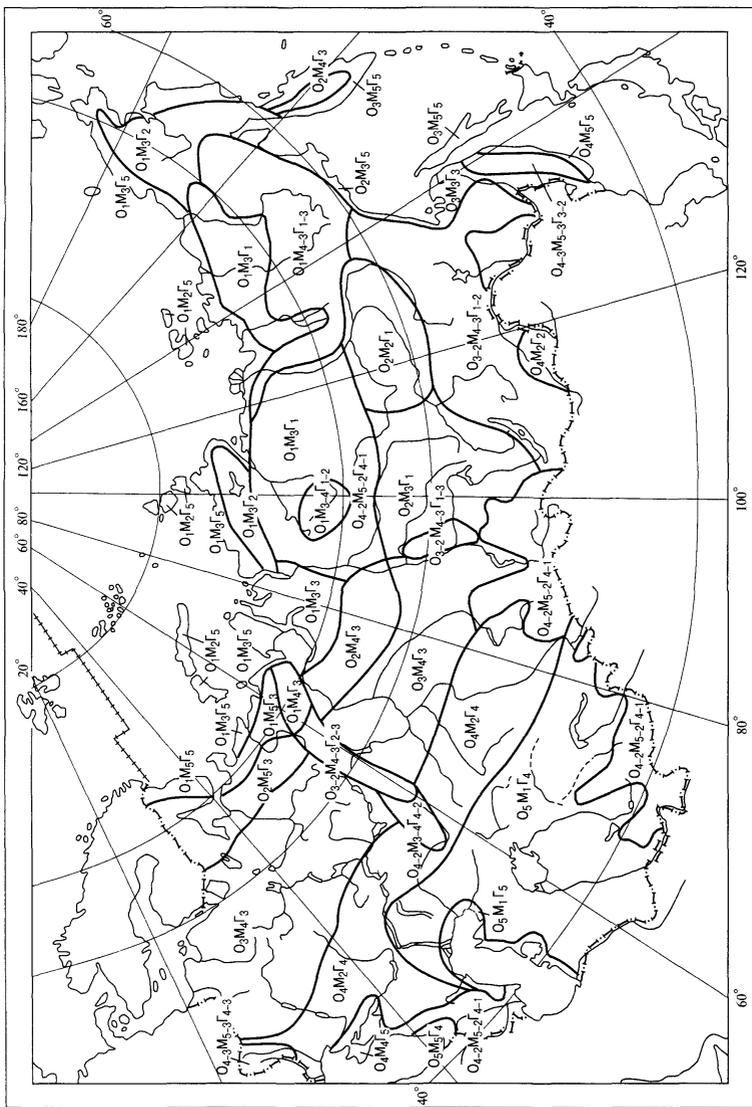


Рис. 2.6. Районирование территории СССР по вероятной интенсивности самоочищения от твердых, жидких и газообразных про-
дуктов техногенеза (по М. А. Глазговской, 1988). Условные обозначения см. в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Условные обозначения, отображающие способность территории к самоочищению
от техногенного загрязнения**

Техногенные продукты	Способность к самоочищению					
	равнины					горы
	очень интенсивная	интенсивная	умеренная	слабая	очень слабая	изменяется с абсолютной высотой и рельефом
Твердые органические	O ₅	O ₄	O ₃	O ₂	O ₁	O ₁ O ₃₋₂ O ₄₋₂ O ₄₋₃
Жидкие минеральные	M ₅	M ₄	M ₃	M ₂	M ₁	M ₄₋₃ M ₅₋₂ M ₅₋₃₍₄₎
Газы и аэрозоли	G ₅	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁	G ₁₋₂ G ₃₋₂ G ₄₋₃ G ₄₋₁

Степень геохимической устойчивости технобиогомов определяется скоростью выноса и рассеяния загрязняющих веществ с воздушными и водными потоками, а также скоростью химических превращений техногенных веществ в почвах, водах и атмосфере. Был проведен тщательный анализ более чем двадцати естественных факторов среды, определяющих интенсивность самоочищения важнейших компонентов ландшафта — атмосферы, поверхностных вод и почв. В качестве таких факторов рассматривались, например, осадки и скорость ветра, свойственные изучаемой территории (поскольку они определяют характер рассеивания и выноса продуктов техногенеза из атмосферы); показатели солнечной и ультрафиолетовой радиации (так как от них во многом зависит скорость разложения продуктов техногенеза); щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия почв, влияющие на закрепление в них загрязняющих веществ и т. д.

Анализ активности процессов самоочищения, выявленной в ходе исследования для каждой из типологических групп технобиогомов, дал возможность составить карты районирования территории СССР по геохимической устойчивости отдельных компонентов ландшафта: атмосферы, поверхностных вод и почв. Путем синтеза данных карт была создана прогностическая карта устойчивости технобиогомов для оценки воздействия возможных техногенных загрязнений (рис. 2.6, табл. 2.4).

Ландшафтно-геохимический подход реализован при составлении карт устойчивости ландшафтов к загрязнению для всей территории России и отдельных ее регионов (М. А. Глазовская, 1979; В. А. Снытко и др., 1992 и др.).

Карты устойчивости морфолитогенной основы ландшафтов. При оценке устойчивости этого компонента геодинамическим процессам как факторам нарушения устойчивости уделяется больше внимания по сравнению с химическим загрязнением. В пределах России можно выделить две крупные части, различающиеся по направлению и особенностям рельефообразующих процессов, — мерзлотную и внемерзлотную области. Для территории, находящейся вне мерзлотной области, важно учитывать ее устойчивость к разрушительным геодинамическим процессам (овражной эрозии, оползневым и обвально-осыпным процессам, карсту и т. д.). При составлении карты «Охрана природы

СССР» (1989) в основу дифференциации территории по степени устойчивости положено районирование СССР по ведущим факторам эрозии, размываемости покровных горных пород и современному проявлению овражной эрозии (С. Е. Сальников, 1993).

Оценка устойчивости геолого-геоморфологической основы ландшафтов в области распространения многолетнемерзлых пород производится исходя из потенциальной возможности эрозионно-просадочных деформаций. Предел возможного разрушения морфолитогенной основы определяется полным вытаяванием подземного льда. Поэтому наиболее опасны для освоения территории с мощными породообразующими подземными льдами и в основу оценки устойчивости поверхности к антропогенным воздействиям положена льдистость подстилающих многолетнемерзлых пород.

В исследованиях устойчивости морфолитогенной основы ландшафтов на региональном и локальном уровнях обычно рассматривается устойчивость к конкретным геодинамическим процессам. В качестве примера можно привести картографирование устойчивости территории г. Саратова к подтоплению, эрозионным процессам и просадкам. В основу оценки был положен анализ влияния определенных параметров на устойчивость городских территорий в рамках конкретной экологической проблемы (В. З. Макаров и др., 2002). Внутри каждого параметра выделены четыре градации по степени устойчивости территории к конкретному геодинамическому процессу в зависимости от уровня его влияния, выраженного в баллах. Интегральное влияние всех процессов оценивается суммой баллов. Чем меньше величина суммарного балла, тем более устойчивым считается данный участок. По отношению к каждому неблагоприятному процессу выделены четыре степени устойчивости: высокая, средняя, слабая, низкая.

Для оценки устойчивости ландшафтов города к подтоплению использовались три параметра: высота территории относительно местного базиса эрозии, коэффициент фильтрации грунтов и вертикальное расчленение территории. На устойчивость к эрозионным процессам оказывают влияние угол наклона рельефа, экспозиция склонов и характер почвообразующих пород. Наконец, устойчивость территории к просадкам зависит от пористости пород и содержания в них глинистых частиц, мощности просадочного слоя, минерализации грунтовых вод и влажности грунтов.

Картографирование интегральной устойчивости ландшафтов. Существенный вклад в развитие представлений об интегральной устойчивости ландшафтов к техногенезу был внесен Н. П. Солнцевой (1998). Ею проведена дифференциация факторов устойчивости в зависимости от масштаба картографирования. При мелкомасштабных оценках больших территорий наиболее важны показатели, отвечающие за зональные различия ландшафтов. Это, прежде всего, биоклиматический потенциал ландшафта и классы водной миграции. При среднемасштабных оценках необходимо акцентировать внимание на характеристиках природных систем, отвечающих за количественные показатели миграции и аккумуляции поллютантов в природных комплексах и определяющих закономерности внутриландшафтного перераспределения и метаболизма техногенных компонентов. К ним могут быть отнесены следующие показатели: крутизна склонов, уклоны русел водотоков, гранулометрический и минералогический состав субстратов. При любых масштабах картографирования ус-

тойчивости ландшафтов важнейшими показателями являются характеристики окислительно-восстановительных условий.

Менее изучены вопросы устойчивости ландшафтов к некоторым другим, столь же важным типам воздействий. Картографирование устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири к механическим воздействиям проведено Н.А. Шполянской и Л.И. Зотовой (1994). Установлено, что главным результатом механического нарушения является оттаивание грунта, поэтому проанализированы именно те ландшафтообразующие факторы, которые в наибольшей степени влияют на этот процесс и таким образом определяют устойчивость ландшафтов. К таким факторам относятся расчлененность рельефа, субстрат (состав пород), температура грунтов, льдистость мерзлых пород, растительность, глубина сезонного протаивания — промерзания, криогенные процессы на поверхности.

Влияние каждого компонента на устойчивость ландшафта оценивается в баллах. Выделены четыре градации по степени данного влияния. Интегральное влияние всех составляющих оценивается суммой баллов: чем больше величина суммарного балла, тем менее устойчивым следует считать данный ландшафт.

Карта составлялась на основании ландшафтной карты региона. Каждый ландшафт, отраженный на карте, подвергся покомпонентному анализу с присвоением соответствующего балла каждой из семи составляющих и суммы баллов ландшафту в целом. В результате на карте с помощью качественного фона выделено четыре группы устойчивости: неустойчивые, слабоустойчивые, среднеустойчивые и устойчивые ландшафты.

Наряду с устойчивостью ландшафтов к конкретным видам воздействий может быть охарактеризована и собственная устойчивость ландшафтов, биоцентрическая по своему содержанию. Ее основной фактор — состояние биоты: условия существования и динамика составляющих ее популяций, т.е. устойчивость экосистемы (В.И. Стурман, 2003). Устойчивость экосистем определяется множеством факторов, основные из которых — величина биомассы и продуктивности, показатели биогеохимического круговорота. Существует методика расчета индекса устойчивости экосистем как отношения использованной растениями лучистой энергии к всей энергии, поглощенной на этой территории. На основе энергетического подхода выполнена оценка устойчивости экосистем по отдельным административным районам и составлены карты Московской и Ростовской областей (Т.А. Акимова и др., 1994; Экологический атлас Ростовской области, 2000).

2.4. Карты антропогенных воздействий на природную среду и ее изменений

Обзор тематических групп карт показывает, что почти половина карт (47 %) отражает воздействия человека на природную среду. По-видимому, это обусловлено современным уровнем развития экологического картографирования, а также общей технической обеспеченностью исследований в области экологии. Факторы воздействия — наиболее доступные («зримые») объекты для

картографирования. По многим из них накапливаются статистические данные, ведутся систематические наблюдения и именно с анализа и оценки воздействий часто начинается изучение экологических ситуаций (Н. Н. Комедчиков и др., 1993).

Снятие в 80—90-е гг. XX в. режима секретности с большей части информации о загрязнениях и состоянии природной среды привело к немедленному «всплеску» картографического переложения разнообразных статистических материалов. Эта процедура сама по себе достаточно проста и требует только правильного подбора и корректного сочетания методов и способов картографирования (изолинии, картограммы, картодиаграммы, внесмасштабные знаки и т. д.) (А. Г. Исаченко, 1992).

На рубеже XX—XXI вв. наблюдается увеличение числа карт антропогенных воздействий и изменений природной среды, что свидетельствует о происходящем накоплении информации по данной тематике. Однако это направление картографирования не дает всесторонней оценки состояния среды (Б. И. Кочуров, 2003). Нанесение на карту очагов и объемов загрязнений позволяет характеризовать лишь «входы» загрязнений в сложные природные системы, а в настоящее время актуальна задача картографирования «выходов» — экологических последствий антропогенных воздействий, для решения которой пока недостает надежных данных.

Антропогенные воздействия — разнообразные формы влияния и давления, оказываемые человеком на природу в процессе его жизни и хозяйственной деятельности, приводящие к тем или иным изменениям в окружающей среде. Они могут охватывать отдельные компоненты природы и природные комплексы (территориальные, аквальные) в целом, вызывая их существенную трансформацию. Внешний, видимый признак антропогенного воздействия — вид использования земель, отражающий характер техногенной нагрузки на ландшафт. Общей мерой антропогенного воздействия служит суммарная нагрузка, сочетающая вид использования земель и фоновую плотность населения. Результаты антропогенного воздействия могут быть позитивными (рекультивация земель и т. п.) или негативными (возникновение экологических или природоохранных проблем, требующих применения соответствующих мер по охране природы) (А. В. Антипова, 2001).

Подходы к картографированию антропогенного воздействия весьма разнообразны. Широко распространены карты, на которых показаны **виды использования земель**. Для отображения современного состояния они могут строиться на основе схемы экологического ранжирования отдельных видов использования территорий и акваторий по их усиливающемуся воздействию на природную среду (табл. 2.5).

Количественной и качественной мерой антропогенного воздействия служит антропогенная нагрузка. На карте могут отображаться отдельные количественные показатели антропогенного воздействия, как правило, отнесенные к единице площади.

К числу распространенных индикаторов антропогенной нагрузки относятся объем выбросов и сбросов на единицу площади, доля распаханых земель, количество вносимых в почву удобрений и пестицидов на единицу площади пашни и др. Применяются и интегральные индексы антропогенной нагрузки, обобщающие несколько показателей, например коэффициенты абсолютной

Таблица 2.5

**Экологическое ранжирование основных видов использования территорий
и акваторий по степени антропогенного воздействия**

Территории (земли)	Акватории
0. Неиспользуемые (включая резервные леса)	0. Неиспользуемые
1. Используемые как естественные угодья 1.1. Природоохранные (заповедники, заказники, защитные леса и т.п.) 1.2. Охотничье-промысловые угодья 1.3. Пастбищные угодья (естественные, отгонные) 1.4. Лесопромышленные (разрабатываемые леса) 1.5. Природно-рекреационные (национальные парки, памятники природы и т.п.)	1. Используемые в естественном виде 1.1. Природоохранные 1.2. Рекреационные 1.3. Морской промысел
2. Возделываемые 2.1. Выгоны и сенокосы (ближние, улучшенные) 2.2. Многолетние культурные насаждения (парки, сады, лесопосадки) 2.3. Пахотные земли (богарные) 2.4. Возделываемые земли с осушительными системами 2.5. Возделываемые земли с оросительными системами	2. Водохозяйственные 2.1. Марикультура, аквакультура 2.2. Водохранилища 2.3. Каналы
3. Застроенные 3.1. Гидротехнические сооружения (рыбохозяйственные водохранилища, ГЭС с водохранилищами и др.) 3.2. Основные транспортные коридоры (железные дороги, автодороги, трубопроводы) 3.3. Пригородная и сельская усадебная застройка 3.4. Непромышленные и малопромышленные города (с преобладанием жилой застройки и небольшими промышленными предприятиями) 3.5. Ареалы разработок минерального сырья — промузлы IV типа (воздействующие преимущественно на геолого-геоморфологическую основу) 3.6. Индустриальные города — промузлы III типа (воздействующие преимущественно на воду) 3.7. Индустриальные города — промузлы II типа (воздействующие преимущественно на воздух) 3.8. Индустриальные города — промузлы I типа (комплексного воздействия) 3.9. Промплощадки АЭС, зоны размещения предприятий и полигонов, представляющих радиационную опасность	3. Производственного использования 3.1. Транспортного использования 3.1.1. Морские рейды 3.1.2. Транспортные коридоры 3.1.3. Глубоководные судоводы 3.1.4. Трубопроводы 3.2. Добыча минерального сырья 3.2.1. Соляные промыслы 3.2.2. Добыча стройматериалов 3.2.3. Добыча руд металлов 3.2.4. Добыча нефти и газа 3.3. Акватории портов с техническими сооружениями 3.4. Свалки и захоронения 3.4.1. Боеприпасы 3.4.2. Токсичные вещества 3.4.3. Радиоактивные вещества

и относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории (Б. И. Кочуров, 2003), отражающие соотношение земель с разным уровнем антропогенной нагрузки. Наиболее распространенный способ картографического изображения антропогенной нагрузки — картограммы.

Картографирование *источников антропогенного воздействия* — другой подход к созданию карт данной тематики. Все источники антропогенного воздействия на природную среду можно разделить с точки зрения выбора способов их картографирования на три группы: площадные (фоновые), точечные (очаговые) и линейные. *Фоновые воздействия* связаны главным образом с характером использования земель. На практике фоновыми воздействиями приходится считать те, которые выражаются в масштабе карты контурами. Нередко при этом удается изобразить не только тип, но и интенсивность использования земель. Возможности обогащения характеристики возрастают по мере увеличения масштаба и уменьшения размеров картографируемой территории. Примерами фоновых воздействий могут служить пастбищное, лесопромышленное, пахотное. Наиболее часто используются следующие способы картографического изображения: качественный фон, ареалы, локализованные значки (рис. 2.7).

Очаговыми воздействиями можно считать такие, источники которых выражаются на карте в виде точки. Они связаны в основном с урбанизацией и промышленным производством. Изображаются населенные пункты, промзоны и отдельные предприятия, в зависимости от масштаба, ареалами или значками. Удобны и наглядны локализованные значки (структурные круговые диаграммы), позволяющие детализировать характеристику очагов техногенного воздействия (структура промышленности, количество выбросов и сбросов, степень очистки, ингредиенты).

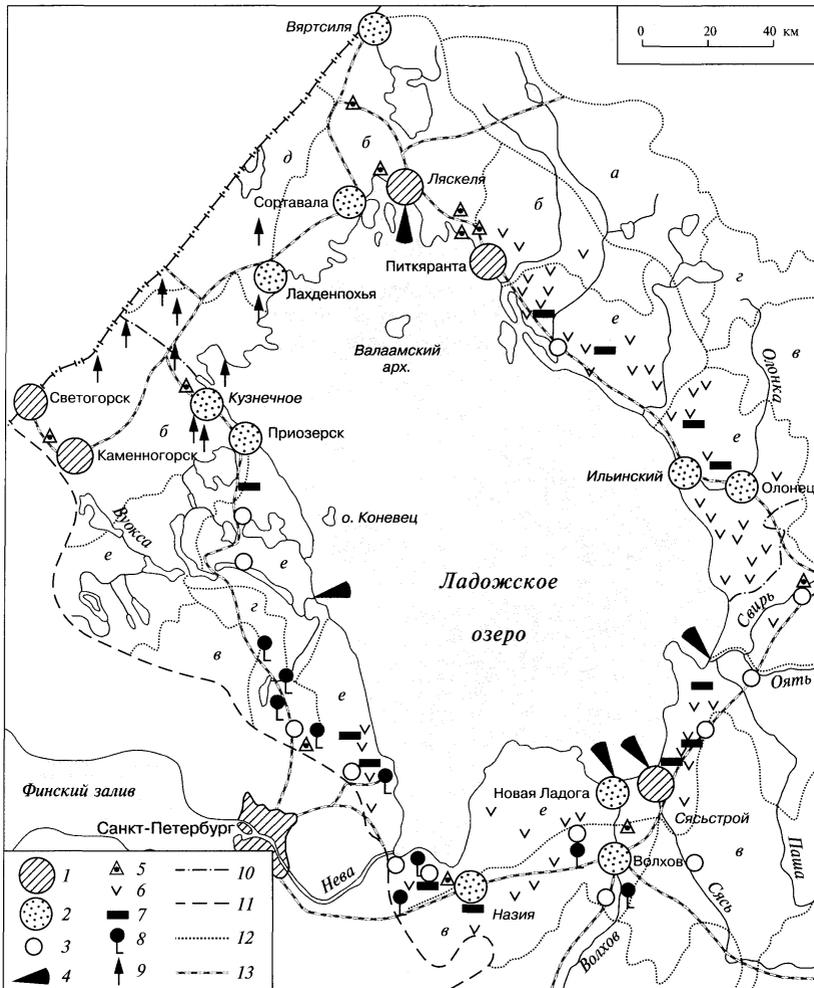
На картах обычно показывают расположение объектов с высоким радиационным риском (АЭС, ядерные полигоны, места захоронения радиоактивных отходов), а также полигоны и свалки твердых бытовых отходов (ТБО), отстойники, очистные сооружения, хранилища горюче-смазочных материалов, АЭС, места сброса загрязненных вод, объекты энергетики (ТЭЦ, ГРЭС), горнопромышленные предприятия (шахты, карьеры, горно-обогажительные фабрики, отвалы породы) (рис. 5 цв. вкл.). К источникам сельскохозяйственного

Рис. 2.7. Антропогенные воздействия на ландшафты Приладожья (по А. Г. Исаченко, 1994).

Источники загрязнения вод и воздуха: 1 — предприятия целлюлозно-бумажной промышленности; 2 — предприятия других отраслей промышленности и коммунально-бытовые стоки; 3 — крупные животноводческие фермы и птицефабрики; 4 — наибольшие объемы поступления загрязненных вод из рек; 5 — карьеры по добыче кристаллических пород, известняков, доломитов, песка и гравия. Площадные воздействия: 6 — осушение болот; 7 — торфоразработки; 8 — коллективные садоводства. Современные процессы в ландшафтах: 9 — естественное лесовозобновление на заброшенных сельскохозяйственных землях. Границы: 10 — Карелии и Ленинградской области; 11 — Ладожского бассейна; 12 — ландшафтов (ландшафтных районов). Пути сообщения: 13 — железные дороги. Индексы типов ландшафтов: а — цокольные равнины на кристаллических породах с ледниковой обработкой; б — грядово-ложбинные ландшафты на кристаллических породах; в — моренные заболоченные равнины; г — камовые холмисто-котловинные ландшафты; д — зандровые песчаные равнины; е — озерно-ледниковые и озерные песчаные равнины

очагового воздействия относятся крупные животноводческие комплексы, сельскохозяйственные поля орошения, хранилища минеральных удобрений и пестицидов.

Линейные источники представляют собой, как правило, транспортные коридоры — авто- и железные дороги, трубопроводы, каналы, ЛЭП — и изображаются с помощью линейных знаков, отличающихся по рисунку, цвету и ширине.



Среди карт антропогенных воздействий на природную среду выделяются карты **воздействий на разные природные среды** — атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу (Н. Н. Комедчиков и др., 1994). Часто такие карты обобщают информацию и о воздействиях, и о вызываемых ими ответных реакциях. Так, на карте воздействия на поверхностные водные объекты могут быть одновременно показаны объем и состав стоков, степень их очистки, а также класс качества воды и степень ее загрязнения различными веществами.

Распространение получили и карты **воздействий отдельных отраслей человеческой деятельности** — промышленности, транспорта, сельского хозяйства, рекреации. В качестве примера их комплексного влияния можно привести карты хронических загрязнений вокруг городов, составленные на основе анализа загрязнения снежного покрова (рис. 2.8).

Антропогенные воздействия вызывают ответную реакцию природной среды, выражающуюся в ее изменении — загрязнении, нарушении и деградации. Принято выделять химическое, физическое и биологическое загрязнение. В практике картографического отображения **загрязнения** следует выделять два аспекта — компонентный (характеристика природной среды в целом или отдельного ее компонента) и ингредиентный (картографирование распределения отдельного загрязняющего вещества или комплекса поллютантов).

Наиболее широко распространены карты **химического загрязнения**. Применяются различные показатели, например абсолютное содержание загрязняющего вещества (инвентаризационные карты). Если использовать какие-либо

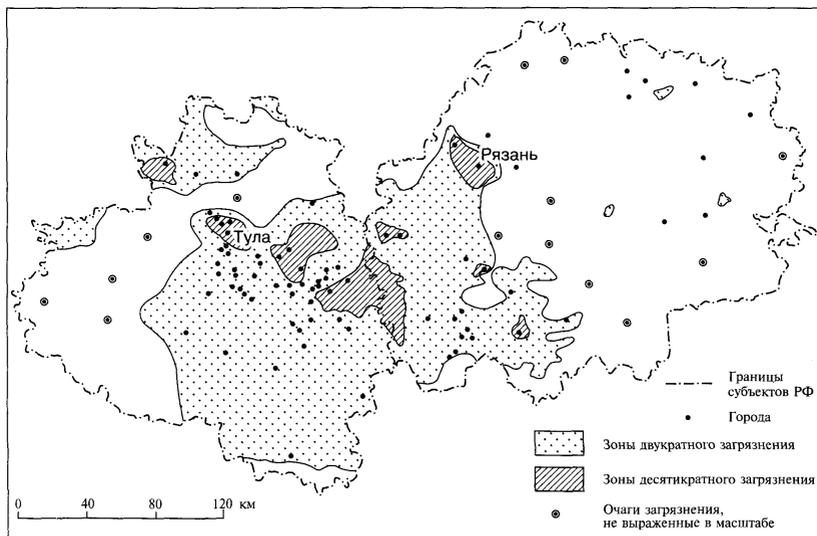


Рис. 2.8. Ареал промышленного загрязнения Рязанской и Тульской областей (по атласу «Зоны хронического загрязнения вокруг городов», 1992)

нормативы, карта приобретает оценочный характер. Такой же характер имеет картографирование на основе комплексных показателей, учитывающих загрязнение несколькими ингредиентами: комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА), индекс загрязнения воды (ИЗВ), суммарный показатель загрязнения почв (СПЗ). При картографировании площадных объектов используются изолинии (изоконцентраты), качественный фон. Линейные объекты (водотоки) изображаются с помощью линейных знаков, отражающих, например, категорию загрязнения по величине ИЗВ (рис. 2.9). Для детализации применяются локализованные значки (структурные диаграммы), распо-

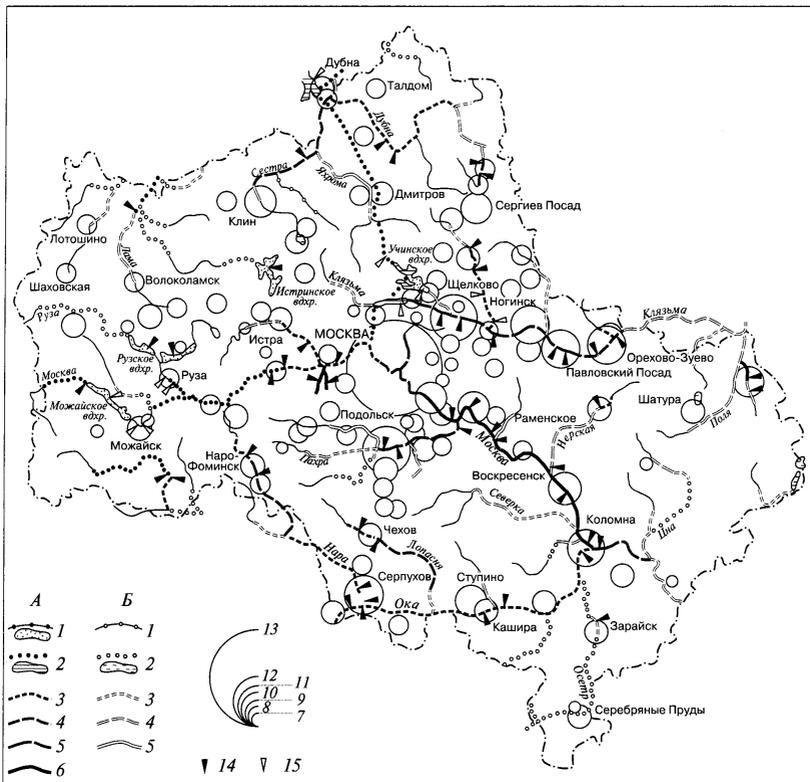


Рис. 2.9. Карта качества поверхностных вод Московской области (с экологических позиций) (по В. В. Масленниковой, В. А. Скорнякову, 1995).

Классы рек и водоемов по качеству воды, определенные по фактическим наблюдениям (А) или по косвенным признакам (Б): 1 — слабо загрязненные; 2 — умеренно загрязненные; 3 — значительно загрязненные; 4 — грязные; 5 — очень грязные; 6 — чрезвычайно грязные. Годовой объем сброса загрязненных сточных вод (в млн м³): 7 — менее 1; 8 — от 1 до 5; 9 — от 5 до 15; 10 — от 15 до 30; 11 — от 30 до 50; 12 — от 50 до 100; 13 — 2 200 (г. Москва). Пункты наблюдения за качеством воды: данные за полный (14) и неполный (15) расчетные периоды 1989—1991 гг.

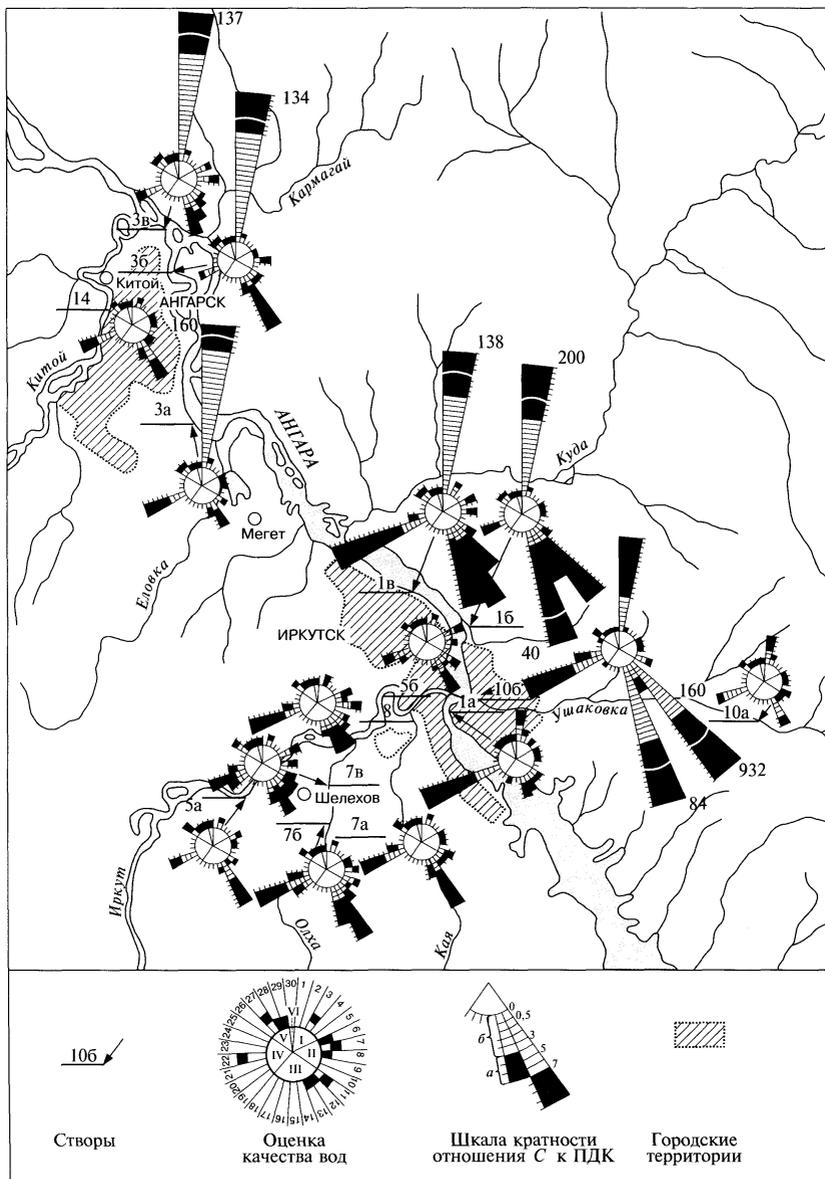


Рис. 2.10. Фрагмент карты загрязнения поверхностных вод Иркутской области (бассейн Ангары) (по А. И. Асеевой, 1992).

Створы: цифры — номера пунктов наблюдений, буквы — створы. Оценка качества вод (по данным 1987 г.) — кратность отношения концентрации загрязнения C к ПДК, группы (I—VI) и показатели (1—30) загрязнения: I — основные физико-химические характеристики (1 — взвешенные вещества, 2 — растворенный кислород, 3 — сероводород, 4 — сульфаты, 5 — хлориды); II — биогенные соединения (6 — азот аммонийный, 7 — азот нитратный, 8 — азот нитритный, 9 — фосфор фосфатный, 10 — железо); III — органические вещества, в том числе загрязняющие (11 — легкоокисляемые органические вещества, 12 — нефтепродукты, 13 — фенолы летучие, 14 — смолы и асфальтены, 15 — метилмеркаптан, 16 — метанол, 17 — формальдегид, 18 — фурфурол); IV — загрязняющие вещества неорганического происхождения (19 — цианиды, 20 — фтор, 21 — медь, 22 — цинк, 23 — свинец, 24 — ртуть, 25 — мышьяк); V (26—29) — хлорорганические пестициды; VI (30) — синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Шкала кратности отношения C к ПДК: a — максимальное значение загрязненности; b — среднегодовое значение загрязненности. Цифры у прерывистых секторов диаграмм показывают число превышений ПДК при невозможности его отображения графически

←

ложенные в пунктах опробования и отражающие перечень загрязняющих веществ, степень превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) и т.д. (рис. 2.10).

Загрязнения природной среды тяжелыми металлами и другими токсичными веществами делают необходимым составление карт газовой-пылевой загрязненности, представляющего собой шлейфы. Для выявления наиболее опасных участков со значительной вторичной концентрацией загрязнителей в некоторых случаях составляются карты ландшафтов, влияющих на распространение токсичных веществ, а для усиления мер экологической безопасности разрабатываются медико-статистические карты, показывающие воздействие прилегающей загрязненной территории на здоровье населения.

При разработке нефтяных месторождений необходимо составлять карты загрязнения нефтью и нефтепродуктами. В то же время для оценки масштабов нанесенного экологического ущерба и обеспечения мероприятий по ликвидации, локализации и предотвращению загрязнения следует составлять комплексные карты нарушений природной среды, что особенно актуально для районов крупных нефтяных месторождений. Целесообразно также составлять детальные карты вторичных скоплений нефти или нефтепродуктов, которые рассматриваются как техногенные «мини-месторождения» (В. В. Свешников и др., 1997).

Картографирование *физического загрязнения* осложняется вследствие высокой пространственной и временной изменчивости физических факторов, которые становятся предметами картографирования там, где существуют устойчивые источники соответствующих воздействий: в районах радиоактивного загрязнения; в зонах воздействия автомагистралей, аэропортов и других источников шума; вблизи излучателей радиоволн и ЛЭП. Вследствие высокой изменчивости картографируемые параметры относятся к некоторым условным моментам (конкретные даты для уровней радиации, часы пик для характеристики шумовой нагрузки) и элементам местности (трассы ЛЭП для электрических полей, линии в 7,5 м от оси ближайшей полосы движения при характеристике автотранспортного шума).

При изучении радиационной обстановки измеряются уровни гамма-фона, а также (на основе отбора и анализа проб) содержание отдельных радионуклидов в почвах, донных отложениях, растительности. Радиационная обстановка характеризуется с использованием способа изолиний. Наибольшее распространение получили карты радиационного загрязнения, отражающие общее содержание радионуклидов, обычно в Ки/км², причем значения изолиний соответствуют показателям остроты экологической ситуации (рис. 2.11). В качестве упрощенного варианта изображаются ареалы радиационного загрязнения, в том числе без количественной характеристики.

Кроме карт загрязнения природной среды радиоактивными веществами рекомендуется составлять и прогнозные карты аварийных ситуаций. Основой прогнозных карт радиоактивного загрязнения могут служить модели ситуаций, создаваемые по результатам происшедших аварий с учетом степени тяжести по классификации МАГАТЭ. Предпочтительны электронные варианты

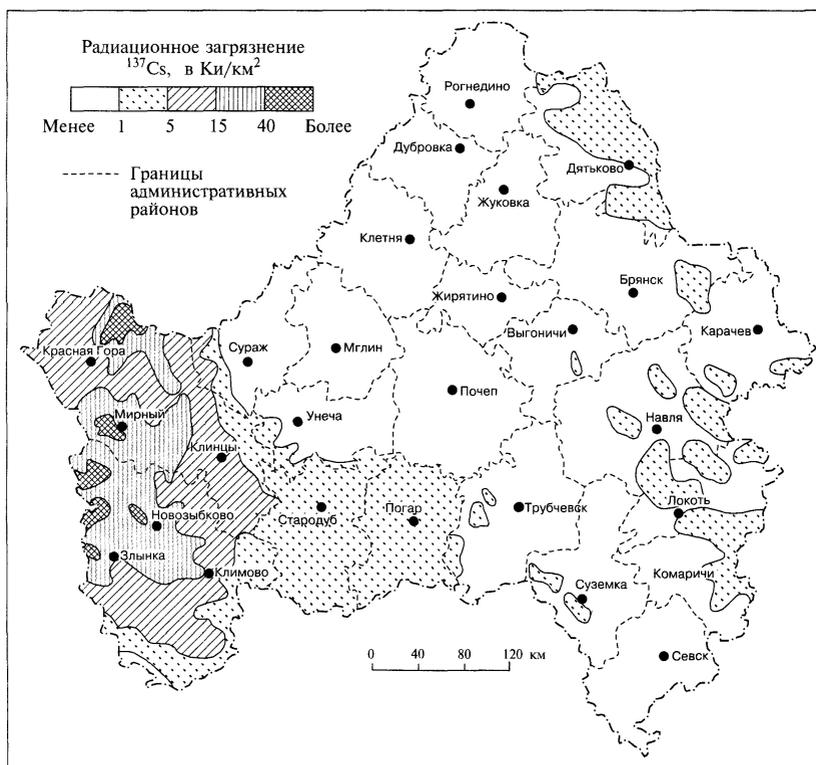


Рис. 2.11. Карта радиационного загрязнения Брянской области цезием-137 (по данным Госгидромета; из: С. М. Малхазова, 2001)

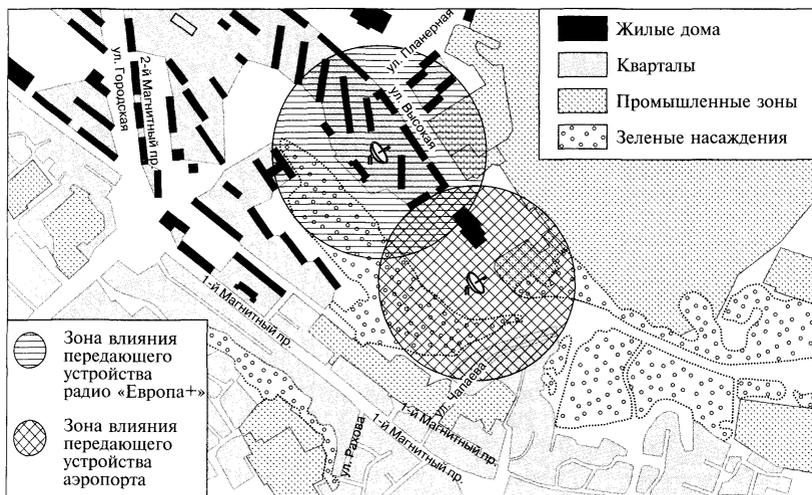


Рис. 2.12. Зоны электромагнитного загрязнения от передающих устройств г. Саратова (по В. З. Макарову и др., 2002)

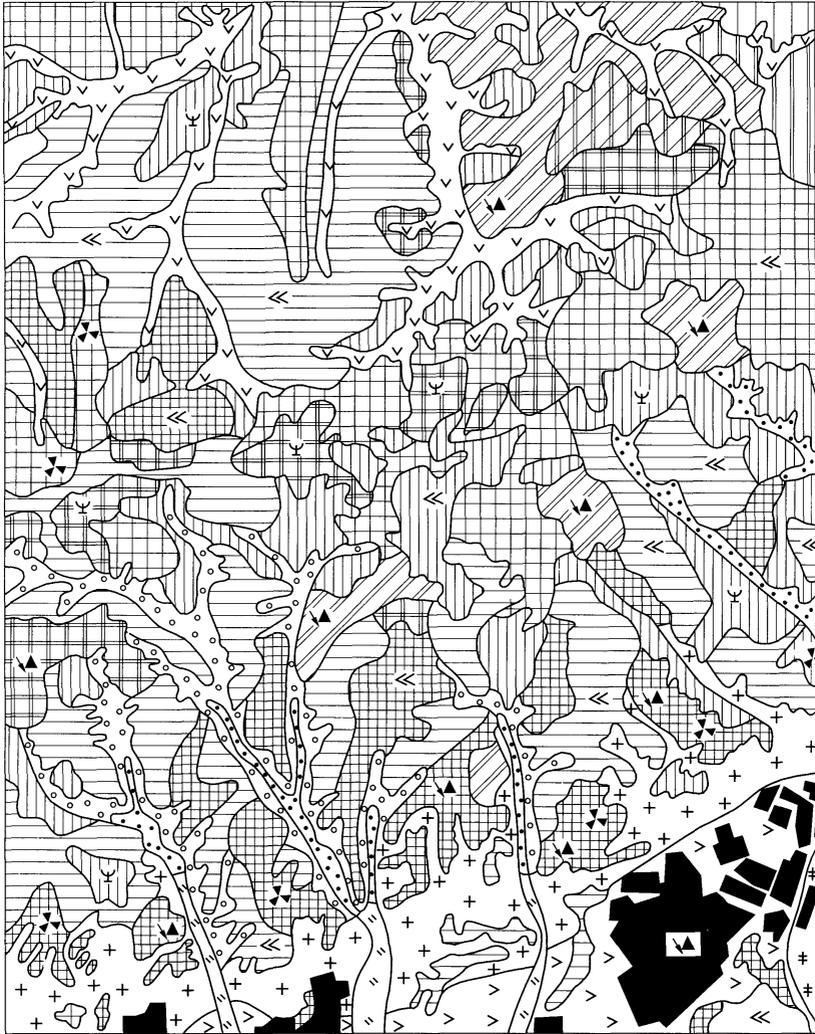
таких карт, так как они позволяют оперативно моделировать ситуацию на момент аварии (В. В. Свешников и др., 1997).

Картографирование шумового и электромагнитного загрязнения может проводиться на основе расчетных данных либо по результатам натурных измерений (рис. 2.12). При этом расчетные методы анализа загрязнения окружающей среды, картографическое представление используемых показателей и сопряженный анализ электромагнитных полей приобретают все большее значение (В. З. Макаров и др., 2002). Применяются линейные значки, способ ареалов, реже — изолиний. Характеристики физического загрязнения отображаются в соответствующих единицах измерения (дБ, А/м, мкР/ч, Ки/км²) или долях предельно допустимого уровня (ПДУ) (В. И. Стурман, 2003).

Нарушению и деградации подвергаются почвенный покров, геологическая среда, биота (в первую очередь, растительный покров), а также ландшафт в целом (опустынивание). Показателями нарушения и деградации почв служат водная и ветровая эрозия, вторичное засоление, заболачивание, дегумификация. Обычно эти экологические проблемы отображаются на картах с помощью качественного фона или способом ареалов (рис. 6 цв. вкл.).

Наиболее часто картографируются такие проявления деградации растительного покрова, как сведение растительности, деградация лесов, пастбищная дигрессия, сокращение видового разнообразия (рис. 2.13).

Существуют и более сложные синтетические карты, например карта нарушенности природных экосистем, построенная с учетом трех основных показателей, характеризующих устойчивость растительных экосистем к антропогенным воздействиям. Это запасы живого органического вещества (фитомасса),



- | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 |
| | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 |
| | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | | 21 |

Рис. 2.13. Карта антропогенной нарушенности экосистем Восточного Прихубсугулья (по Ю. Н. Краснощекову и др., 1996).

Лесные экосистемы: 1–4 — свежие гари (1 — слабой, 2 — средней, 3 — сильной, 4 — очень сильной интенсивности); 5–7 — старые гари (5 — слабой, 6 — средней, 7 — сильной интенсивности); 8 — производные березняки на месте гарей; 9 — сплошные вырубки. Степные экосистемы: 10 — пашни; 11–13 — участки, нарушенные выпасами (11 — слабой, 12 — средней, 13 — сильной интенсивности). Экосистемы долин рек: 14–16 — участки, нарушенные выпасами (14 — слабой, 15 — средней, 16 — сильной интенсивности); 17 — участки, нарушенные пожарами; 18 — вырубки и производные березняки, пройденные пожаром; 19 — каменистые россыпи. Тенденции дальнейшего развития лесных экосистем: 20 — деградация; 21 — восстановление



первичная продукция растительного покрова и видовое разнообразие экосистем и местообитаний.

2.5. Карты экологического риска

Профессиональная сфера деятельности по оценке экологического риска возникла в 70-х гг. XX в. Оценка риска и его изменений, анализ и управление риском в настоящее время получают все более широкое распространение в научных исследованиях и практической жизни.

Однако, несмотря на значительное количество работ по оценке риска, отсутствует четкое согласие в терминологии и концепциях. Так, термины «риск», «опасность», «угроза» часто используются неупорядоченно и взаимозаменяемо, хотя каждый из них имеет собственную трактовку.

Под риском понимается возможность нежелательных последствий какого-либо действия или течения событий, измеряемая вероятностью таких последствий или вероятной величиной потерь и зависящая от подверженности рассматриваемого объекта опасным воздействиям; его чувствительности, или уязвимости, по отношению к этим воздействиям; его защищенности от них (С. М. Мягков, 1995).

В одних случаях риск рассчитывают наперед, в других его оценивают по величинам потерь, ущерба, понесенного в прошлом, что приводит к использованию терминов «риск» и «ущерб» как равнозначных.

Оценка риска включает распознавание, измерение и характеристику угроз человеческому благосостоянию. В нее входят исследования причин риска и воздействия его реализации на группы населения. Для того чтобы выявить спектр угроз, которые превосходят пороги минимальных воздействий, определить, когда и где они наиболее вероятны, спрогнозировать и сравнить их последствия и оценить возможные направления ответных действий, применяются различные процедуры. Многие авторы относят оценку риска преимущественно к научным исследованиям, которые должны быть проведены, прежде чем будут выработаны стратегические решения в области управления.

В то же время под измерением риска понимают социально-политический процесс, включающий сбор имеющейся информации о риске и опасностях от экспертов и непрофессиональных источников для выработки политического решения о подходящих ответах. В дополнение к научным оценкам риска следу-

ет принимать во внимание и многие другие факторы, в том числе законы, обычаи, этические нормы, ценности, устремления и предпочтения людей. Заблаговременное предвидение риска и принятие мер по его снижению называется управлением риском.

В последние годы XX в. большое развитие получил анализ риска как метод оценки и прогноза экологической ситуации (Б. И. Кочуров, 1999). Практически при анализе экологического риска учитываются негативные изменения в свойствах, явлениях и процессах, характерных как для ландшафта в целом, так и для его компонентов.

Результатом анализа экологического риска является определение следующих показателей:

- величины риска потери здоровья и/или жизни для человека;
- вероятности изменения (или утраты) природно-ресурсного потенциала территории;
- вероятности проявления негативных изменений в природных ландшафтах.

Наиболее важно при анализе экологического риска определение приемлемого уровня риска, учитывающего оценку допустимых для человека и его хозяйственной деятельности изменений факторов среды обитания, как природных, так и техногенных, которые вызваны появлением негативных процессов в природной среде в результате антропогенного воздействия.

Риск возникновения чрезвычайной экологической ситуации в регионе определяется по основным тенденциям развития экологических проблем, уже проявившихся в пределах современных ареалов с наиболее острой экологической обстановкой. Выделяются различные степени риска — от очень высокой до слабой. Очень высокая степень риска характеризуется незначительными изменениями тех природных свойств ландшафта, которые непосредственно влияют на здоровье людей, способствующими быстрому нарастанию угрозы физической и духовной жизни населения, а также истощению или утрате природных ресурсов.

Анализ экологического риска и составленные на его основе карты используются как прогнозный и предпроектный материал при проведении превентивных природоохранных мероприятий, а также при обосновании объявления зон чрезвычайной экологической ситуации или экологического бедствия.

Наряду с упомянутыми выше комплексными оценками риска существуют оценки риска от какого-либо элемента окружающей среды. Одним из примеров может служить пространственная дифференциация гидроэкологического риска, проведенная по величине ИЗВ рек Курской области («Россия и ее регионы: Внешние и внутренние угрозы», 2001). При этом авторы исследования полагали, что чем больше загрязненность рек и плотность населения, тем выше степень гидроэкологического риска, т. е. вероятного ущерба.

Для дифференциации речной сети по степени риска было выделено пять равных интервалов, каждому из которых присваивались баллы в зависимости от величины ИЗВ (с минимальной загрязненностью — 1 балл, с максимальной — 5 баллов) и численности населения, приходящейся на 1 км длины речной сети (1 балл присваивался участкам рек с минимальной заселенностью, 5 баллов — наиболее густо заселенным участкам). Затем для каждого расчетного участка определялась сумма баллов по обоим показателям.

Результаты проведенного исследования позволили выявить наиболее экологически неблагополучные участки рек и составить карту гидроэкологического риска по районам Курской области (рис. 2.14). К наиболее неблагополучным были отнесены р. Сейм и р. Тускарь в пределах Курского района, р. Псел в Обоянском районе, р. Сейм на участках от Курска до Льгова и от Рыльска до границы с Украиной, р. Свапа с притоками, Чернь и Речица в Железногорском районе.

Наряду с оценкой экологического риска научные исследования включают новое направление — оценку и картографирование экологической опасности. Многие задачи, связанные с оценкой экологической обстановки и воздействия на нее особо опасных объектов, с построением прогнозных моделей возможных экологических последствий, также могут быть решены с помощью экологического картографирования.

Четкого определения особо опасных (в экологическом смысле) объектов в настоящее время нет, поэтому к ним могут быть отнесены хозяйственные, военные и иные объекты (предприятия, полигоны, отдельные сооружения и т.п.), вызывающие такое загрязнение местности радиоактивными, высокотоксичными, канцерогенными и мутагенными веществами, которое угрожает жизни и здоровью людей или резко повышает уровень смертности и заболеваемости населения, приводит к деградации окружающей природной среды и уничтожению генетического фонда животных и растений, способствует образованию зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия (В.В.Свешников и др., 1997).

При картографировании опасности от различных объектов В.В.Свешников и соавторы (1997) предлагают особо опасные объекты объединять в группы по определяющему негативному воздействию на природную среду:

- вызывающие радиоактивное загрязнение и поражение;
- загрязняющие природную среду нефтью и нефтепродуктами;
- способствующие образованию газово-пылевых шлейфов и кислотных дождей, распространяющих токсичные вещества;
- загрязняющие природную среду высокотоксичными веществами;
- оказывающие воздействие при аварийных ситуациях взрывного характера;
- вызывающие активизацию техногенных геоэкологических процессов, сопровождаемых загрязнением природной среды.

Каждая группа особо опасных объектов может быть отображена на комплексных и отраслевых экологических картах различных масштабных рядов.

Экологическую опасность, характеризующую степень возможного поражения окружающей среды и его влияния на условия жизни людей, предлагается оценивать по пяти градациям:

- 1) локальное экологическое поражение с ухудшением экологических условий;
- 2) локальное экологическое поражение с резким ухудшением экологических условий и гибелью живых организмов;
- 3) региональное экологическое бедствие со значительным поражением природной среды и ухудшением экологических условий;
- 4) региональное экологическое бедствие с интенсивным поражением природной среды, резким ухудшением экологических условий и гибелью живых организмов;

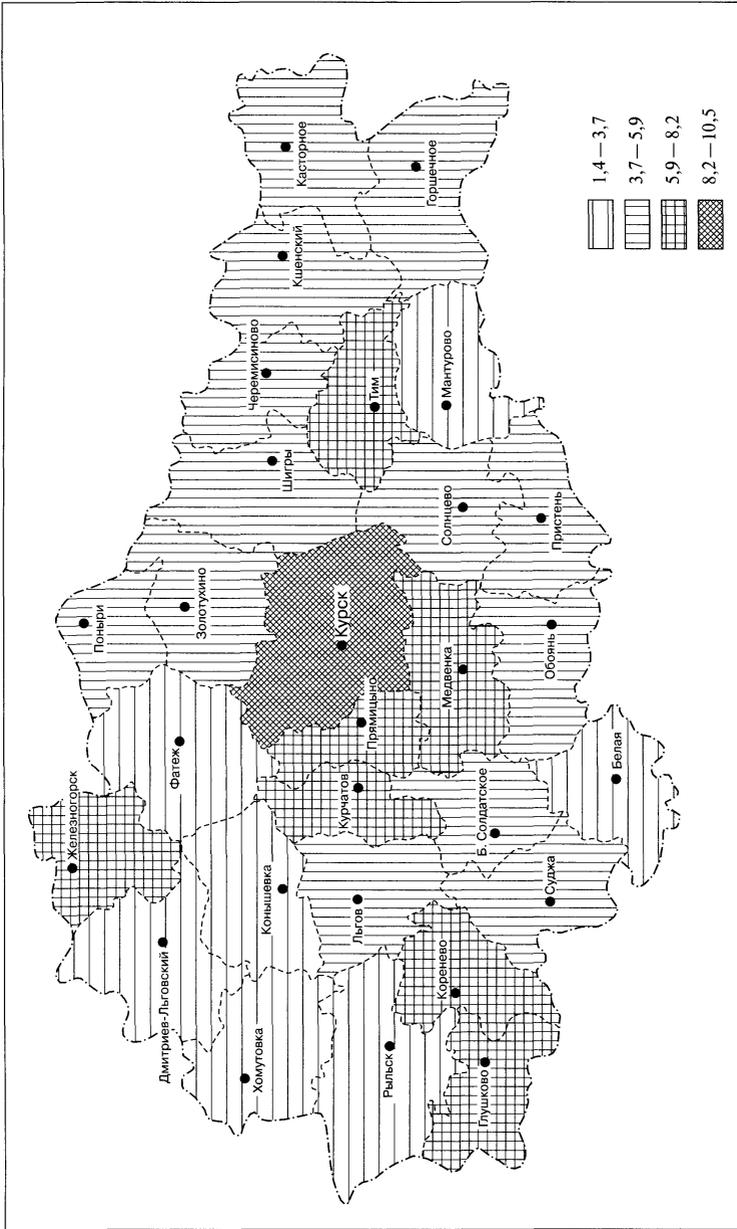


Рис. 2.14. Гидроэкологический риск по районам Курской области (в баллах) (по кн. «Россия и ее регионы: Внешние и внутренние экологические угрозы», 2001)

5) глобальная экологическая катастрофа с человеческими жертвами, гибелью живых организмов, поражением обширных территорий.

Военные объекты относятся к особо опасным и представляют потенциальную экологическую угрозу. «Под потенциально опасным объектом Вооруженных сил Российской Федерации понимается военный объект, на котором производят, эксплуатируют, перерабатывают, хранят, уничтожают или транспортируют радиоактивные, пожароопасные, взрывоопасные, опасные химические, биологические и другие вещества, создающие реальную угрозу возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) с экологическими последствиями» (Экология. Военная экология, 2006).

В структуре Вооруженных сил РФ выделены следующие виды потенциально опасных военных объектов:

- воинские части и учреждения, занимающиеся эксплуатацией и ремонтом ядерных энергетических установок (ЯЭУ);
- арсеналы, базы и склады ядерного оружия (ЯО), компонентов ракетного топлива (КРТ), горюче-смазочных материалов (ГСМ);
- аэродромы;
- полигоны и др.

К негативным воздействиям потенциально опасных военных объектов на окружающую среду относятся загрязнение радиоактивными веществами, химически опасными веществами, нефтепродуктами и т.д. Кроме того, потенциальную опасность, даже в мирное время, представляют энерговооруженность, которая обусловлена использованием топлива, взрывчатых веществ, радиоактивных веществ и др., а также уничтожение химического оружия, ликвидация ракетных комплексов и кораблей с ядерными энергетическими установками.

Экологические угрозы (источники экологической опасности) также могут быть объектами картографирования. Выделяются следующие группы (Экология. Военная экология, 2006):

- глобальные угрозы — фоновое состояние природной среды как результат функционирования мировой экономики за всю ее историю;
- внешние угрозы — негативные последствия хозяйственной деятельности в сопредельных странах, непосредственно (в пространственном и временном аспектах) угрожающие российским территориям и акваториям;
- внутренние угрозы — негативные последствия деятельности национального хозяйства, в том числе унаследованные от прошлого.

Анализ и оценка внешних угроз позволяют выделить не только очаги их концентрации, но и выявить регионы, наиболее подверженные угрозам данного вида с учетом плотности населения. Примером может служить карта «Положение России относительно внешних экологических угроз» (рис. 2.15), на которой, в частности, показаны приведенные ниже очаги концентрации внешних угроз экологической безопасности России («Россия и ее регионы: Внешние и внутренние экологические угрозы», 2001).

А. Китайское Приамурье — провинция Хэйлунцзян и большая часть провинции Гирич. В последней плотность населения достигает 300 чел./км² (в России столь плотнонаселенные районы находятся лишь в Московской области). Здесь расположены двухмиллионный Харбин и полуторамиллионный Чанчунь. Регион специализируется на «грязных» отраслях тяжелой индустрии, опирающихся на местную сырьевую и топливную базу.

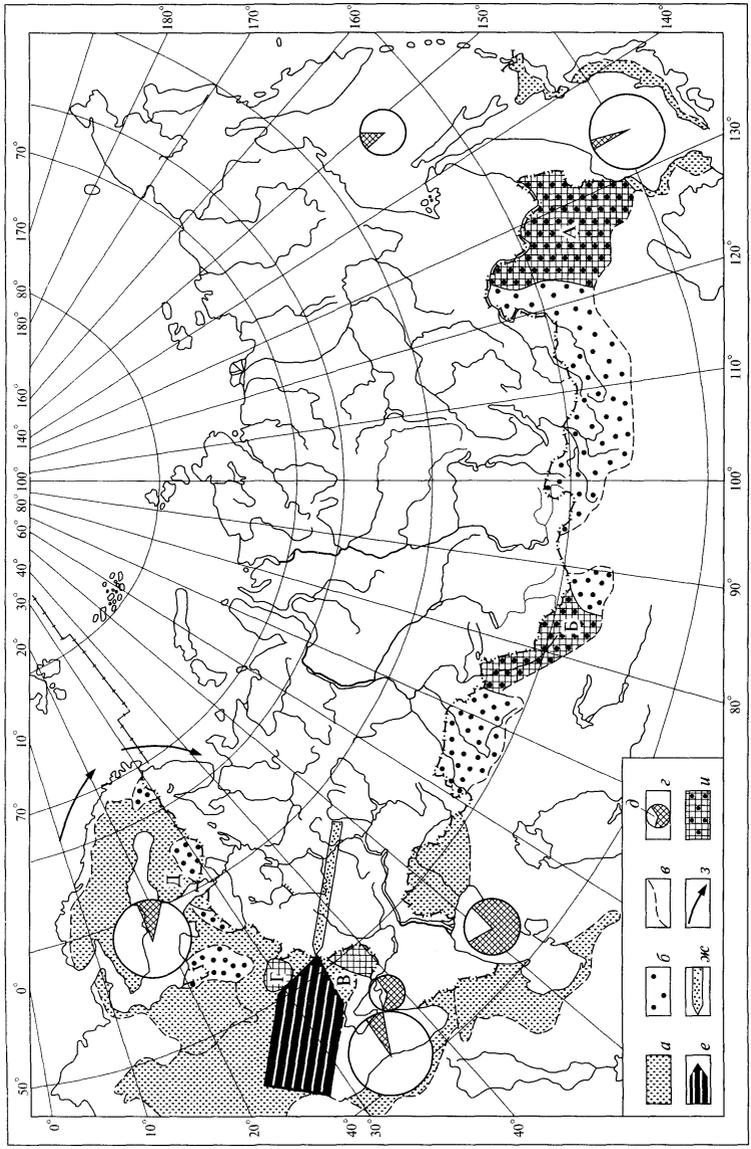


Рис. 2.15. Положение России относительно внешних экологических угроз (Россия и ее регионы..., 2001):

a — бассейны межгосударственных морей вне территории России; *б* — межгосударственные речные бассейны вне территории России; *в* — границы межгосударственных морских и речных бассейнов (на территориях сопредельных с Россией государств); *г* — производственная нагрузка на бассейны межгосударственных морей, величина круга пропорциональна валовому внутреннему продукту, созданному в промышленности и сельском хозяйстве, в пределах морских бассейнов; *д* — доля России в нагрузке на эти бассейны; *е, ж* — соединения серы (*е* — поступающие на европейскую территорию России, *ж* — поступающие с европейской территории России, толщина стрелок пропорциональна величине трансграничных потоков серы); *з* — Норвежско-Нордкапское течение; *и* — очаги концентрации внешних угроз экологической безопасности России; А—Д — см. в тексте.

Б. Казахстанское Прииртышье — Павлодар-Экибастузский и Усть-Каменогорский промышленные районы со специализацией на угледобыче, электроэнергетике, цветной металлургии. В регионе находится Ульяновский металлургический комбинат, производящий топливо для АЭС, четыре крупных водохранилища на Иртыше, Семипалатинский ядерный полигон.

В. Украинская часть бассейна Северского Донца — Харьковская агломерация и украинский Донбасс. Высокоурбанизированный регион с плотностью населения свыше 100 чел./км², специализирующийся на угледобыче, металлургии, химической и нефтехимической промышленности.

Г. Район Чернобыльской АЭС — зона реального радиоактивного загрязнения и потенциально опасный «саркофаг».

Д. Промышленные узлы северо-восточной Эстонии (добыча и переработка сланцев, химическая индустрия, электроэнергетика).

2.6. Эколого-геологические карты

Эколого-геологическое картографирование довольно редко рассматривается как раздел геоэкологического картографирования, что связано с различием их объектов. Объектом эколого-геологического картографирования является геологическая среда. В то же время геологическая среда изучается не сама по себе, а как компонент и литогенная основа ландшафта и как фактор, влияющий на среду обитания человека. Современные эколого-геологические карты составляются на ландшафтной основе, отображают виды использования земель и источники антропогенного воздействия, что сближает их с геоэкологическими картами в традиционном понимании.

Примечательно, что с момента появления в России термина «геоэкология» он широко использовался как геологами, так и географами, поскольку обозначал новое научное направление на стыке геологии и экологии, с одной стороны, и на стыке географии и экологии, с другой. Безусловно, такое широкое толкование термина сказалось и на наименовании карт, отображающих состояние геологической среды, — некоторое время они назывались «геоэкологическими». Лишь в конце 90-х гг. XX в. терминологическая нечеткость была устранена. К настоящему времени сложилось понимание экологической геологии (экогеологии) как составной части геоэкологии, а карты получили название «эколого-геологических», или «экогеологических» (ЭГК).

Основные задачи экогеологического картографирования включают:

- совершенствование системы экологических оценок состояния геологической среды и ее компонентов, а также смежных природных сред;
- уточнение легенды карты и составление ее региональных вариантов;
- создание универсальных банков геолого-гидрогеологических данных на региональном уровне, унифицированных условных обозначений для всех масштабов картографирования с использованием современных информационных технологий и системы взаимно дополняющих программных средств.

Общепризнанная концепция экогеологического картографирования в настоящее время находится в стадии становления; разработанные Всероссийским научно-исследовательским институтом гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) совместно с Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Институтом минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) и другими организациями методические документы по экогеологическому картографированию являются базовыми для геолого-экологических исследований и картографирования (ГЭИК). Данное направление тематического картографирования развивается, используя методологию и методику традиционных геологических наук — гидрогеологии, инженерной геологии, геохимии, геодинамики, геофизики и др. Большая часть таких карт создается в организациях МПР в рамках государственных геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических съемок или как самостоятельный вид работ. Поэтому экогеологические исследования, включая составление карт, должны проводиться в соответствии с Требованиями к геолого-экологическим исследованиям и картографированию (ВСЕГИНГЕО, 1990) и Методическими рекомендациями по составлению эколого-геологических карт (ВСЕГИНГЕО, 1994, 1998) с соблюдением стадийности работ, по листам топографических карт определенного масштаба. Иными словами, эколого-геологическое картографирование более унифицировано и регламентировано по сравнению с геоэкологическим. Вместе с тем существует большое число карт научно-поискового характера, разработанных по авторским методикам, не ограниченным нормативными документами.

В течение 10 — 20 лет в конце XX — начале XXI в. создано огромное разнообразие карт, различающихся по целевому назначению, масштабу, полноте охвата картографируемых компонентов геологической среды, набору используемых показателей и признаков, объему и достоверности исходных данных, ценности конечных результатов. Эколого-геологические карты представляют собой картографическое отображение показателей состава и состояния компонентов геологической среды и происходящих в ней процессов, оказывающих влияние на экосистемы, среду обитания и здоровье человека (Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштабов 1 : 200 000 — 1 : 100 000, 1998), или графическую модель эколого-геологической обстановки, дающую обобщенное изображение на топографической основе оценки состояния компонентов литосферы, отражающих ее экологические свойства (функции) (В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг и др., 1998, 2007). К той же категории можно отнести и ставшие традиционными карты развития экзогенных геологических процессов (ЭГП), сейсмичности территорий, ресурсов, защищенности и загрязнения питьевых подземных вод, карты распростране-

ния нормируемых химических веществ в почвах, строительных материалов, минеральных ресурсов и др.

Целесообразно различать отдельные группы экогеологических карт (М. В. Кочетков и др., 1998):

- параметрические карты — фиксируют те или иные показатели состояния отдельных компонентов геологической среды (например, карты развития оползней, карста или других ЭГП, распространения отдельных нормируемых веществ в основных горизонтах питьевых подземных вод);

- аналитические карты — отражают экологическое состояние компонентов геологической среды (карты состояния ресурсов подземных питьевых вод, загрязнения и нарушенности почвенного покрова, пораженности геологической среды ЭГП), как правило, базируются на обобщении большого количества наблюдаемых показателей, анализе влияющих на них природных и антропогенных факторов;

- синтетические карты — по существу представляют собой картографические оценочные и прогностические модели состояния геологической среды в целом или основных ее компонентов, должны содержать элементы прогноза состояния геологической среды и базироваться на синтезе всей имеющейся информации о ней с учетом влияния на нее других природных сред (например, геоэкологическая карта России и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000, карты функционирования гидрогеодеформационного поля Земли и пр.).

По мнению В. Т. Трофимова и Д. Г. Зилинга (1998), эколого-геологические карты следует подразделять на оценочные и оценочно-прогностические. Первый тип карт отражает современное эколого-геологическое состояние литосферы или ее компонентов, а второй — прогностические оценки, которые несут временной характер и разрабатываются с учетом планируемых видов антропогенного воздействия или ожидаемого развития природных процессов.

В зависимости от поставленной цели, масштаба и категории экогеологические карты также могут быть представлены отдельными группами (М. В. Кочетков и др., 1998).

Мелкомасштабные и обзорные карты всей страны (масштаб 1 : 2 500 000 и мельче) — призваны показать сравнительное экологическое состояние отдельных регионов, т. е. степень благоприятности или неблагоприятности геологической среды для проживания людей и их хозяйственной деятельности. Они должны отражать уровень и характер антропогенной нагрузки на геологическую среду, основные современные геологические процессы и особенности земной коры, влияющие на развитие биосферы и общества. Эти карты призваны служить для обоснования и принятия стратегических решений правительством и руководителями хозяйственных отраслей, законодательными органами страны. Могут быть использованы для научных исследований, планирования более детальных эколого-геологических работ, для учебного процесса в вузах.

Для более эффективного хозяйственного освоения отдельных регионов страны необходимы мелко- и среднемасштабные карты (1 : 1 000 000 — 1 : 200 000). Они должны в полной мере учитывать специфику природных геологических и физико-географических условий территории и ее хозяйственную ориентацию. Такие карты нужны для обоснования конкретных мер по рациональному ис-

пользованию и охране геологической среды, стабильному хозяйственному и социальному развитию регионов и областей (рис. 2.16).

Крупномасштабные экогеологические карты (1 : 50 000) должны способствовать решению конкретных хозяйственных и социальных задач отдельных районов, объектов и предприятий, в том числе в районах чрезвычайных эколого-геологических ситуаций. Обычно они бывают специальными (карты активизации ЭГП, экологических условий освоения месторождений, инженерно-мелиоративные карты и др.). Такие карты необходимы для обоснования нового строительства с учетом экологических требований, необходимости защиты населения и существующих инженерных сооружений от современных геологических процессов и решения многих других задач реконструкции и эксплуатации хозяйственных и жилых объектов.

Составной и результирующей частью экогеологической карты является интегральная оценка экологического состояния геологической среды (ГС) изучаемой территории. На экогеологической карте отображаются также показатели, характеризующие поверхностные воды с детальностью, необходимой для оценки их взаимодействия с геологической средой, а также информация о хозяйственных объектах и факторах, определяющих степень техногенного воздействия этих объектов на ГС. Основное отличие экогеологической карты от других карт геологического содержания заключается в отображении на ней показателей, параметров и процессов, имеющих экологическое значение, экологической оценки геологических показателей и процессов в естественных и нарушенных условиях (Г. С. Вартамян и др., 2001).

Экогеологическая карта состоит, как правило, из двух листов. На первом листе отображаются основные показатели и параметры состава и состояния ГС — геохимические, гидрогеологические, геофизические, инженерно-геологические, геодинамические, эндогенные и экзогенные, а также процессы, происходящие в ней под влиянием природных и техногенных факторов. Картографируются фактически или потенциально опасные в экологическом отношении техногенные системы и объекты, степень и характер техногенного воздействия. На втором листе — карте оценки экологического состояния геологической среды — приводится экспертная интегральная оценка воздействия природных условий и техногенеза на ГС, где они выступают как факторы, влияющие на здоровье человека и среду его обитания. Основной картографируемый показатель (экологическое состояние геологической среды) показывается цветом.

Легенда экогеологической карты может включать следующие разделы.

I. Естественное состояние геологической среды: 1) типизация ландшафтных систем и их геологической основы; 2) геолого-тектонические условия; 3) геохимические особенности почв, пород зоны аэрации, донных осадков; 4) гидрогеологические условия; 5) современные геодинамические процессы; 6) состояние других природных систем.

II. Техногенные системы и объекты: 1) системы или группы систем; 2) техногенные объекты.

III. Изменения геологической среды: 1) изменения геохимических условий; 2) изменения гидрогеологических условий; 3) изменения геодинамической ситуации; 4) изменения состояния горных пород, в том числе техногенные новообразования; 5) изменения других природных сред.

IV. Границы.

На эколого-геологических картах должны отражаться основные показатели, характеризующие геодинамическую обстановку, которая определяет экологическое состояние геологической среды: балльность землетрясений, активные тектонические нарушения, новейшие геологические структуры, их роль в активизации и интенсивности экзогенных геологических процессов (ЭГП). Данные показатели на эколого-геологических картах распределяются по трем блокам: естественное состояние ГС; техногенные системы и объекты; нарушенное состояние (изменения) ГС в результате ее взаимодействия с техногенными системами.

Понятие естественного состояния ГС условно, так как на освоенных человеком территориях не представляется возможным найти районы, которые хотя бы в малой степени не испытали техногенного воздействия. Техногенные нарушения ГС выражаются прежде всего в ее загрязнении и активизации ЭГП, изменении естественного состояния литогенной основы и подземной гидросферы горными выработками, существенным повышением сейсмической активности за счет нарушения геостатического равновесия ГС в районах сооружения крупных водохранилищ, интенсивной эксплуатации месторождений газа, нефти и артезианских вод. В соответствии с методическими рекомендациями по составлению геоэкологических карт ВСЕГИНГЕО к районам с нарушенной ГС относятся территории, где техногенными изменениями охвачено более 10 % площади. Вместе с тем если в ГС на отдельной площади обнаружены экологически опасные концентрации техногенных загрязняющих веществ, то территорию следует отнести к нарушенной (Г.С. Вартамян и др., 2001).

Картографирование естественной и нарушенной обстановок производится на основе типизации ландшафтных систем и их литогенной основы. Ландшафтные условия определяют особенности и интенсивность миграции различных токсичных веществ, виды и интенсивность проявления ЭГП, процессы питания и разгрузки подземных вод. Литогенная составляющая ландшафтов определяет условия геохимической миграции, виды ЭГП, защищенность подземных вод и другие важные экологические показатели. Воздействие техногенеза на ГС рассматривается как вторичное, наложенное. На эколого-геологических картах предусмотрено отображение четырех степеней экологической опасности воздействия техногенных объектов и систем на ГС. Оценивается не только фактически выявленная, но и потенциальная опасность.

Картографирование геохимических и гидрогеологических показателей производится по отдельным компонентам ГС: почвы, породы зоны аэрации, безнапорные водоносные горизонты, субнапорные и напорные водоносные горизонты. Такая система отображения позволяет проследить направленность и интенсивность миграции загрязняющих веществ в ГС по вертикали и латерали.

Сложность геологической среды как системы, многообразие и разнонаправленность внутренних и внешних взаимодействий, множество экологических аспектов ее изучения и использования, характеризующихся большим количеством показателей, приводят к необходимости составления комплекта карт, которые разделяются на основные и вспомогательные (покомпонентные).

К *основным* относятся карты оценки экологического состояния геологической среды, эколого-геологическая карта. В определенных эколого-геологических ситуациях в число основных карт могут быть включены эколого-геохимиче-

ская и экорациогеохимическая карты (районы с интенсивным химическим или радиоактивным загрязнением ГС), карты ЭГП (районы с опасными и катастрофическими проявлениями ЭГП), нефтяного загрязнения ГС (по районам нефтегазовых промыслов) и др.

На *вспомогательных* картах отображаются отдельные экогеологические показатели или их группы, характеризующие отдельные компоненты ГС (почвы, породы зоны аэрации и т. д.). В свою очередь вспомогательные карты разделяются на аналитические и синтетические. На первых показывается фактологическая информация, к ним относятся карты гамма-поля, нефтяного загрязнения, пораженности территории отдельными ЭГП, засоленности пород зоны аэрации, заболоченности территорий, интенсивности выпадения пыли, загрязнения отдельных компонентов ГС, просадочности грунтов, техногенных объектов и многие другие в зависимости от природных условий территории и ее хозяйственной ориентации. На вторых эта информация в той или иной степени обобщается; данную группу составляют карты экологического состояния поверхностных вод, защищенности подземных вод от загрязнения, техногенных новообразованных, измененных или нарушенных пород, эколого-геохимическая, фитогеохимическая, газогеохимическая, радиогеохимическая, геохимическая, ландшафтно-индикационная, эколого-гидрогеологическая, эколого-инженерно-геологическая карты.

Особенность экогеологических карт — экологическая оценка отображаемой информации. Критерии оценки достаточно полно определены для подземных вод, менее детально — для почв. Критерии оценки степени экологической опасности ЭГП разработаны для просадок, оползней, селей и карста. Общепринятая методика определения интегральных критериев оценки экологического состояния ГС отсутствует. Задачу можно решить двумя путями: 1) производить интегральную оценку по максимальным значениям частных показателей; 2) оценивать экологическое состояние ГС с помощью системы баллов.

Первый путь более простой, но он не дает возможности использовать всю имеющуюся информацию. Второй путь лишен этого недостатка, но здесь неизбежны субъективные оценки. Чтобы в какой-то степени избежать субъективизма, при разработке шкалы оценочных баллов используются следующие правила:

- все показатели выстраиваются в ряд в предполагаемом порядке уменьшения экологических эффектов;
- экспертным путем определяется количественное соотношение между смежными показателями, на основании которого производится балльная оценка отдельных показателей;
- на основании экспертных оценок определяются средние баллы, характеризующие ту или иную экологическую ситуацию.

Экогеологические показатели условно делятся на пять групп, при этом для показателей первой группы принимаются наивысшие баллы: 1) опасные воздействия на организм человека; 2) угроза гибели людей; 3) истощение водных ресурсов; 4) опасность разрушений и деформаций зданий и сооружений; 5) нежелательные изменения компонентов ландшафта.

Загрязнение отдельных компонентов геологической среды должно оцениваться с учетом токсичности загрязняющих веществ. Особо следует сказать о радиоактивном загрязнении ГС. При сильном его проявлении комплексные

балльные оценки не производятся, так как высокий уровень радиации исключает возможность проживания людей. Территория в этом случае относится к категории экологического бедствия. Истощение ресурсов подземных вод может влиять как на жизнеобеспечение человека (нехватка питьевой воды), так и на функционирование хозяйственных объектов. Непосредственную опасность для жизни людей представляют некоторые современные геологические процессы. По данным статистики о последствиях геологических катастроф, их можно ранжировать в следующий ряд: землетрясения → оползни → сели → обвалы.

Геологические процессы, угрожающие зданиям и сооружениям, могут быть разделены на две группы: интенсивно влияющие на здания и сооружения, нередко приводящие к их разрушению (просадки, карст, суффозия, абразия); влияющие на здания и сооружения (термокарст, подтопление, оврагообразование, боковая речная эрозия, осушение грунтов, дефляция, плоскостной смыв, засоление почв, сезонное оттаивание грунтов в криолитозоне).

Предлагаемая группировка процессов в определенной степени условна, в нее можно вносить изменения в зависимости от конкретных условий и фактических данных по территории картографирования. Ранжирование экогеологических показателей рекомендуется проводить в следующей последовательности: загрязнение питьевых вод → загрязнение почв → загрязнение поверхностных вод и донных осадков → опасные геодинамические процессы → загрязнение пород зоны аэрации → истощение ресурсов подземных вод → защищенность подземных вод от загрязнения → процессы, интенсивно влияющие на здания и сооружения → процессы, слабо влияющие на здания и сооружения.

Нежелательные изменения компонентов других природных сред сложны и многообразны. Их оценка в полном объеме не входит в задачу экогеологического картографирования. На экогеологических картах отражаются только те показатели, которые непосредственно влияют на экологическое состояние геологической среды, к ним относятся (в порядке уменьшения оценочных баллов) загрязнение поверхностных вод, изменение величины стока, нарушения почвенно-растительного покрова (особенно в криолитозоне). Комплексная экологическая оценка осуществляется по среднему баллу, с помощью которого выделяется четыре градации экологического состояния ГС: благоприятное, условно благоприятное, неблагоприятное, весьма неблагоприятное.

2.7. Эколого-геохимические карты

Эколого-геохимические исследования — сравнительно новое направление прикладной геохимии, получившее развитие в конце 70-х гг. XX в. Теоретической основой экологической геохимии стало представление В. И. Вернадского о том, что человеческое общество стало большой геологической силой, по мощности и суммарному эффекту вполне сопоставимой с самыми грандиозными силами природы. Антропогенная деятельность оказывает столь сильное влияние на миграцию химических элементов, что возникает необходимость выделения особой категории геохимических процессов — техногенной миграции (техногенеза). Их изучение приобрело очень большое значение в связи с загрязнением окружающей среды.

Принципиальные возможности использования геохимических методов для изучения и картографирования загрязнения окружающей среды основаны на устойчивых корреляционных связях между источниками загрязнения, миграцией химических элементов в транспортирующих (жизнеобеспечивающих) средах (вода, атмосферный воздух) и их концентрациями в компонентах природной среды, временно депонирующих поллютанты (почвы, снеговой покров, донные отложения, растения). По степени их загрязнения относительно фоновых аналогов или каких-либо нормативов определяется качество окружающей среды.

Объектом эколого-геохимического картографирования является природно-хозяйственная система (ПХС) — территория, выделяемая по признаку единства выполняемых социально-экономических функций и однородности природных условий и антропогенного воздействия (Э. К. Буренков и др., 1998).

Методика экологической геохимии в основном заимствована из геохимических методов поисков полезных ископаемых. Считается, что моделью загрязнения окружающей среды от локального источника может служить разрушающееся рудное месторождение с характерными для него ореолами рассеяния. Именно поэтому в течение длительного времени изучались распределение и миграции небольшого числа химических элементов, главным образом тяжелых металлов, которые, кроме того, обладают большой индикационной значимостью. В современной экологической геохимии рассматриваются особенности поведения более широкого круга элементов (например, биофилов), причем как в связанных, так и в подвижных формах, и соединений (нефтепродуктов, пестицидов и др.).

Технология эколого-геохимического картографирования базируется на ряде основополагающих принципов. Прежде всего это иерархический подход, обуславливающий определенную этапность съемок и последовательное укрупнение их масштаба. Основная часть исследований проводилась в организациях системы Министерства геологии СССР, поэтому эколого-геохимические съемки унаследовали стадийность геологоразведочных работ (С. Б. Самаев, С. Б. Соколов, 2004): мелкомасштабные — региональные работы (1 : 1 000 000 — 1 : 500 000); среднемасштабные (1 : 200 000 — 1 : 100 000); крупномасштабные (1 : 50 000 — 1 : 25 000); детальные (1 : 10 000 и крупнее).

Региональное эколого-геохимическое картографирование проводится для оценки характера и интенсивности воздействия на окружающую среду крупных промышленных агломераций и отдельных особо крупных источников загрязнения (нефтяных бассейнов и др.) в целях перспективного планирования природоохранной деятельности на региональном уровне. В этом масштабе изучаются ПХС в ранге зон и областей, площадь которых составляет десятки — сотни тысяч км².

Среднемасштабное картографирование проводится в целях выделения районов и узлов техногенного загрязнения, вызываемого территориально-промышленными комплексами, занимающими площади от нескольких сотен до нескольких тысяч км².

Картографирование крупного и детального масштабов выполняется для оценки качества окружающей среды территорий с различными видами хозяйственного освоения и специализацией (урбанизированных, сельскохозяйственных, горно-рудных и др.), прежде всего, в районах с критической и чрезвычайной

чайной экологической обстановкой. В этом масштабе исследуются ПХС ранга полей, округов, очагов, выделов, площадок, источников, площадь которых составляет сотни км² и менее (Э. К. Буренков и др., 1998).

Информационной базой для создания эколого-геохимических карт служат результаты сопряженного снятия проб с различных компонентов окружающей среды — коренных пород, почв, донных отложений, поверхностных и подземных вод, снегового покрова, атмосферных выпадений, растительности. Отобранные пробы должны представительно характеризовать исследуемую территорию. Существуют специальные требования к плотности сети опробования, различной для всех масштабов.

Так, в масштабе 1 : 1 000 000 плотность опробования составляет 1 пункт на 100 км² (шаг пробоотбора — 5—10 км). Работы среднего масштаба выполняются с шагом опробования 1—2 км (плотность 1 пункт на 4 км²). Исследования крупного и детального масштабов ведутся с шагом 0,25—0,5 км (плотность 4 пробы на 1 км² и более, обычно — 1 проба на 1 см² карты соответствующего масштаба). В процессе детализации эколого-геохимической съемки не только увеличивается плотность сети опробования, но и расширяется перечень опробуемых объектов (Э. Б. Буренков и др., 1998).

Наиболее многочисленны и разнообразны карты крупного и детального масштабов главным образом урбанизированных территорий. Это связано как с длительностью изучения городов (например, в Москве эколого-геохимические исследования ведутся с 1976 г.) и соответственно большим объемом накопленного материала, так и с разнообразием тем и сюжетов, которое обеспечивает урбогеосистема как объект картографирования.

На эколого-геохимических картах обычно отображается либо распределение химических элементов и соединений в различных средах, либо оценка эколого-геохимической ситуации по разным критериям. Таким образом, в качестве классификационного признака можно рассматривать **компонент окружающей среды**, в котором изучается распределение элемента. Наиболее распространены почвенно-геохимические карты, что связано как с особой ролью почвы в ландшафте (она находится на пересечении всех миграционных потоков химических веществ и чутко реагирует на изменение экологической ситуации), так и с ее высокой информативностью как депонирующей среды при выявлении стабильной картины загрязнения.

Исходя из **содержания** карт, целесообразно их разделить на три группы: моноэлементные; полиэлементные; карты оценки эколого-геохимической ситуации.

На **моноэлементных** картах посредством изолиний отображается пространственное распределение содержания химического элемента в определенном компоненте окружающей среды. Для повышения наглядности промежутки между изолиниями закрашивают, пользуясь шкалой послышной окраски, построенной по «принципу светофора». Встречается также монохромная окраска, причем насыщенность цвета усиливается с увеличением концентрации элемента. На черно-белых картах промежутки между изолиниями покрывают штриховкой.

Значения изолиний лучше выбирать так, чтобы они были кратны определенным геохимическим параметрам и нормативам: кларку, местному фону, предельно допустимой концентрации (ПДК) или ориентировочно допустимой

концентрации (ОДК) и др. В случае значительной дисперсии содержаний (например, в почвенном покрове городов) интервалы между изолиниями целесообразно выбирать в соответствии со шкалой логарифмов содержаний элемента.

При построении карт используются различные методы математической интерполяции. В частности, при нерегулярной сети опробования применяются средневзвешенная интерполяция, аналитическая сплайн-интерполяция и др. (О. Р. Мусин, С. Н. Сербенюк, 1987). Не следует ограничиваться каким-либо одним методом математической интерполяции. В зависимости от исследуемого компонента ландшафта, характера опробования, точности комплексного анализа и других условий нужно выбирать подходящий для конкретного случая метод (В. З. Макаров и др., 2002).

Интерполяцию необходимо проводить с учетом пространственных закономерностей (географическая интерполяция). При этом следует принимать во внимание факторы, влияющие на пространственное распределение потоков рассеяния, прежде всего, расчлененность рельефа и расположение источников загрязнения.

В настоящее время построение моноэлементных карт выполняется с использованием компьютерных технологий с помощью как программ широкого применения (Mag, Surfer), так и специализированных (ГЕОСКАН, ГЕОПОЛЕ — разработки ИМГРЭ).

Существует два способа отображения распределения элемента — в абсолютных величинах и в относительных показателях. Карты, отображающие распределение элемента в абсолютных единицах, имеют инвентаризационный характер, в относительных — оценочный.

Для отображения распределения элементов в относительных показателях, как правило, используются геохимические индексы, выражающие отношение концентрации элемента в данной точке опробования к его кларку (кларк концентрации, K_k); местному геохимическому фону (коэффициент концентрации, K_c); ПДК (ОДК) или другому нормативу (коэффициент опасности, K_o или $K_{ПДК}$).

Полиэлементные карты показывают распределение группы (ассоциации) элементов. Наиболее распространенный способ картографического отображения ассоциации в почвах селитебных территорий и снеговом покрове — карты суммарного показателя загрязнения, Z_c (СПЗ). Величина Z_c рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci},$$

где K_{ci} — коэффициент концентрации i -го химического элемента; n — количество элементов в пробе с аномальной величиной K_{ci} (с учетом флуктуаций фона в качестве аномальной обычно принимается K_{ci} от 1,5 до 2) (А. А. Головин и др., 2004).

Карты СПЗ в почвах селитебных территорий являются одновременно и оценочными, поскольку существует тесная связь между его величиной и состоянием здоровья населения (табл. 2.6), которая отражена во многих нормативно-методических документах (Методические указания по оценке загрязнения почвы химическими веществами, 1987; Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия, 1992).

Таблица 2.6

Шкала оценки экологической опасности загрязнения почв селитебных территорий
(по А. А. Головину и др., 2004)

СПЗ	Уровень загрязнения	Экологическая обстановка	Показатели здоровья населения в очагах загрязнения
Меньше 16	Минимальный, слабый	Относительно удовлетворительная	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
16 — 32	Средний	Напряженная, критическая	Увеличение общей заболеваемости
32 — 128	Сильный (высокий)	Кризисная	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями и нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Больше 128	Максимальный	Катастрофическая	Увеличение заболеваемости детей, нарушения репродуктивных функций женщины (увеличение числа случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, гипотрофии новорожденных)

В поисковой геохимии часто используются аддитивный (сумма концентраций комплекса элементов) и мультипликативный (произведение) показатели. В экологической геохимии применяются модификации этих показателей. Так, в результате работ в Московской области установлено, что на городских территориях в золе листьев березы интенсивно накапливаются свинец, олово, хром, вольфрам. Одновременно отмечено обеднение растительности марганцем, барием, кобальтом, цинком, никелем, галлием. Для этих элементов был рассчитан мультипликативный коэффициент перераспределения (K_p), представляющий собой отношение произведений коэффициентов концентраций элементов накопления и выноса. Картографирование этого показателя позволило дать оценку состояния окружающей среды, близкую к оценке, полученной по результатам обследования почв и снегового покрова (А. А. Головин и др., 2004).

Наконец, еще одной разновидностью полиэлементных карт можно считать карты, на которых отображено расположение зон повышенных (относительно фона, ПДК) концентраций комплекса элементов.

Карты *оценки эколого-геохимической ситуации* представлены, прежде всего, картами районирования территории по уровню загрязнения одной или нескольких природных сред. Ранее были изложены принципы определения уровня загрязнения почв в населенных пунктах. Оценка уровня загрязнения почв вне селитебных зон, а также донных отложений, поверхностных вод и атмосферных выпадений проводится на основе двух показателей: величины Z_c и степени превышения гигиенического норматива содержания отдельного химического элемента — ПДК, ОДК, временной допустимой концентрации (ВДК), ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ). Учитыва-

ется также класс опасности элемента (А.А. Головин и др., 2004). Обычно выделяют пять уровней загрязнения (табл. 2.7—2.9). На карте различные уровни загрязнения показывают способом качественного фона, используя либо цвет, либо штриховку.

Таблица 2.7

Шкала оценки уровня загрязнения почв

Уровень загрязнения	Геохимические параметры			
	Z_c	$K_{\text{ПДК1}}^*$	$K_{\text{ПДК2}}$	$K_{\text{ПДК3}}$
Минимальный	< 8	< 1	< 1	< 1
Слабый	8—16	1—1,5	1—2	1—3
Средний	16—32	1,5—2	2—3	3—5
Сильный	32—128	2—3	3—5	5—10
Максимальный	> 128	> 3	> 5	> 10

* $K_{\text{ПДК1}}$, $K_{\text{ПДК2}}$, $K_{\text{ПДК3}}$ — для элементов 1, 2, 3-го классов гигиенической опасности.

Таблица 2.8

Шкала оценки уровня загрязнения донных отложений и поверхностных вод

Уровень загрязнения	Геохимические параметры			
	Донные отложения	Вода		
		Z_c	$K_{\text{ПДК1}}^*$	$K_{\text{ПДК2}}$
Минимальный	< 8	< 1	< 1	< 1
Слабый	8—16	1—1,5	1—2	1—3
Средний	16—32	1,5—2	2—3	3—5
Сильный	32—128	2—3	3—5	5—10
Максимальный	> 128	> 3	> 5	> 10

* $K_{\text{ПДК1}}$, $K_{\text{ПДК2}}$, $K_{\text{ПДК3,4}}$ — для элементов 1, 2, 3—4-го классов гигиенической опасности.

Таблица 2.9

Шкала оценки уровня загрязнения атмосферных выпадений

Уровень загрязнения	Геохимические параметры							
	Снеговая пыль		Воздух			Снеговая вода		
	Z_c	K_c	$K_{\text{ПДК1}}$	$K_{\text{ПДК2}}$	$K_{\text{ПДК3}}$	$K_{\text{ПДК1}}$	$K_{\text{ПДК2}}$	$K_{\text{ПДК3,4}}$
Минимальный	< 8	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Слабый	8—16	2—4	1—1,5	1—2	1—3	1—1,5	1—2	1—3
Средний	16—32	4—8	1,5—2	2—3	3—5	1,5—2	2—3	3—5
Сильный	32—128	8—32	2—3	3—5	5—10	2—3	3—5	5—10
Максимальный	> 128	> 32	> 3	> 5	> 10	> 3	> 5	> 10

Интегральные карты оценки экологической обстановки в случае проведения исследований по одной природной среде фактически дублируют карты уровней загрязнения. При картографировании загрязнения нескольких природных сред экологическая обстановка определяется по наиболее негативной оценке загрязнения. Минимальный уровень загрязнения всех природных сред отвечает удовлетворительной экологической обстановке; слабый уровень хотя бы по одной природной среде — напряженной обстановке; средний — критической; сильный — кризисной; максимальный — катастрофической экологической обстановке (А. А. Головин и др., 2004).

Экологическая обстановка на карте также обычно показывается штриховкой или цветом. Рекомендуется использовать «принцип светофора»: удовлетворительная обстановка — зеленый цвет, напряженная — желтый, критическая — оранжевый, кризисная — розовый, катастрофическая — красный. На картах в эпицентрах неблагоприятной экологической обстановки приводятся ассоциации химических элементов и соединений, определяющих наибольшие уровни загрязнения (рис. 2.17).

С помощью эколого-геохимического картографирования можно дополнительно получить ряд важных характеристик территории. К ним относятся типы загрязнения территории и оценка его динамики. Условия и время формирования загрязнения определяются **типами загрязнения компонентов природной среды** и оцениваются на основе сопоставления уровней загрязнения почв и атмосферных выпадений в снеговом покрове. Это сопоставление позволяет сделать предварительный прогноз развития экологической обстановки. Выделяют три типа загрязнения: реликтовое, или остаточное; устойчивое, или длительное; современное, или молодое (рис. 2.18).

Реликтовый тип проявляется только в почве, это означает, что техногенное загрязнение сформировалось в предыдущий период за счет промышленных источников, которые уже перестали функционировать. На таких участках можно прогнозировать стабильное состояние или даже некоторое улучшение экологической обстановки.

Устойчивый тип проявляется как в почвах (депонирующая среда), так и в атмосферных выпадениях (транспортирующая среда). Следовательно, территория находилась ранее и находится в настоящее время в зоне техногенного воздействия. Здесь можно ожидать сохранения или ухудшения сложившейся экологической ситуации.

Современный тип загрязнения фиксируется в том случае, если загрязнен только снеговой покров, т. е. на территорию воздействуют недавно появившиеся техногенные источники. Их влияние на почву еще не успело проявиться, но скажется в будущем. Поэтому на таких территориях следует ожидать ухудшения экологической обстановки за счет загрязнения почв.

При проведении нескольких циклов эколого-геохимического картографирования определенной территории можно выявить **динамику загрязнения компонентов природной среды** и на ее основе дать прогноз развития экологической ситуации. На территории Москвы эколого-геохимические исследования проводились трижды начиная с 70-х гг. XX в. Длительная и интенсивная хозяйственная деятельность привела к тому, что более чем на 50 % площади города сложилась неблагоприятная экологическая обстановка; около 25 % территории характеризуется очень неблагоприятной обстановкой.

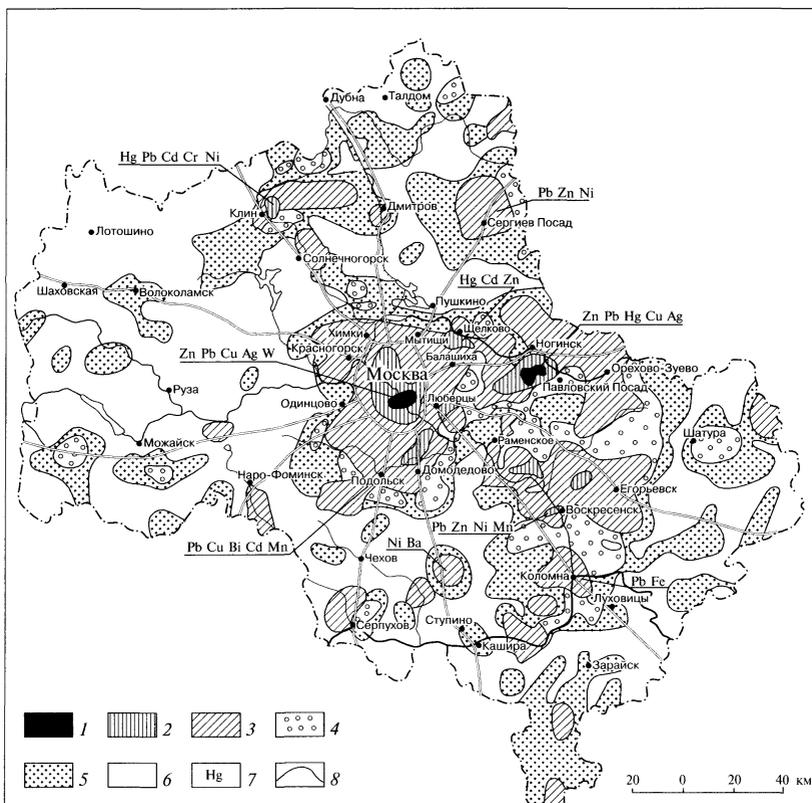


Рис. 2.17. Эколого-геохимическая карта Московской области (по С. Б. Самаеву, С. Б. Соколову, 2004):

1–6 — экологическая обстановка (1 — катастрофическая, 2 — кризисная, 3 — критическая, 4 — напряженная по нескольким природным средам, 5 — напряженная по одной природной среде, 6 — относительно удовлетворительная); 7 — основные элементы-загрязнители; 8 — границы зон неблагоприятной экологической обстановки

Вместе с тем следует обратить внимание на тот факт, что если в 1987 г. по сравнению с 1977 г. площадь сильного загрязнения ($Z_c > 32$) возросла с 24 до 77 % всей площади города, то к 1993 г. она вновь сократилась до 26 %. Однако площади участков максимального загрязнения ($Z_c > 128$), возросшие в 1987 г. по сравнению с 1977 г. с 3 до 7 %, в 1993 г. практически не уменьшились (6 %), что свидетельствует о полной деградации почв, потерявших на этих участках способность к самоочищению (Э. К. Буренков и др., 1998).

В настоящее время методология создания региональных эколого-геохимических карт развивается в рамках нового направления геохимических исследований — *многоцелевого геохимического картографирования* (МГХК).

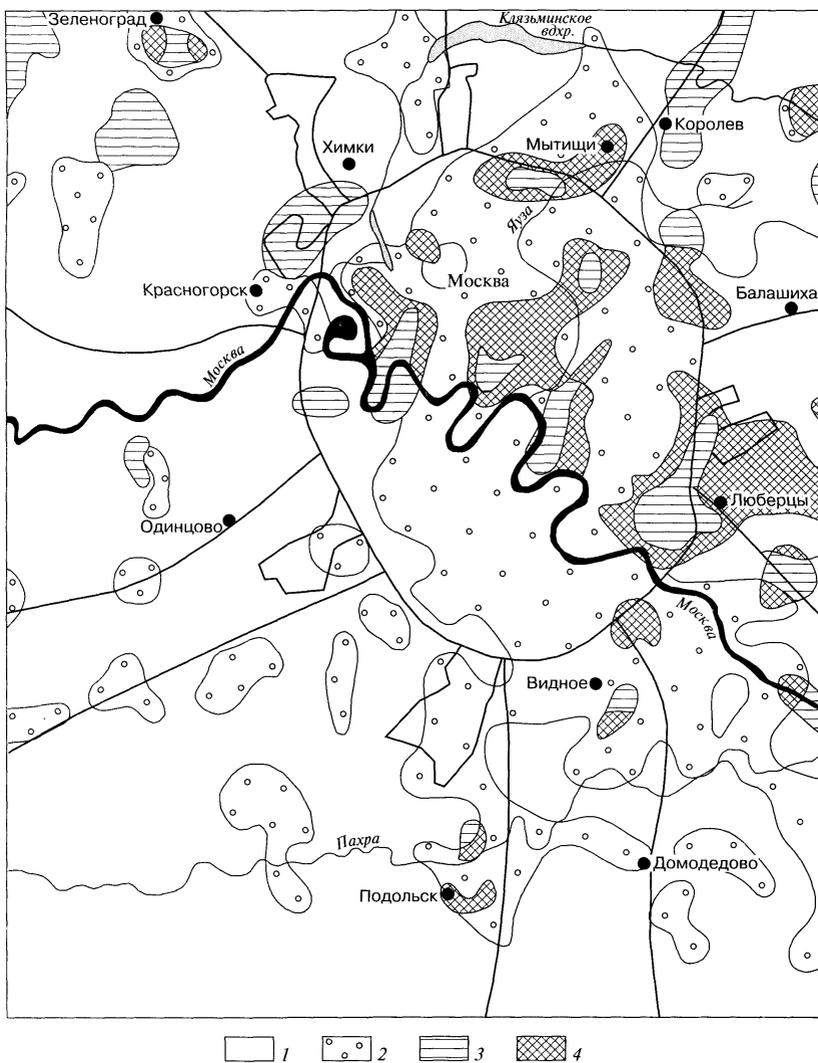


Рис. 2.18. Типы загрязнения окружающей среды центральной части Московской области (по А. А. Головину и др., 2004):

1 — загрязнение практически отсутствует; 2 — современное (молодое); 3 — реликтовое (остаточное); 4 — устойчивое (длительное)

МГХК направлено на решение ряда задач: изучение геохимической специализации геологических комплексов, прогноз полезных ископаемых, агрогеохимическое районирование территорий, разработка геохимических основ рационального природопользования и др. Среди них особое место занимает оценка экологического состояния территорий, характера и интенсивности изменения окружающей среды, загрязненной токсичными химическими элементами и соединениями. По результатам МГХК на основе ГИС-технологий разрабатывается комплект карт, включающий ландшафтно-геохимическую, прогноз-но-геохимическую, эколого-геохимическую, агрогеохимическую карты, карту геохимической специализации и геохимическую основу карты рационального природопользования.

Исходные данные для решения задач МГХК получают в процессе полевых работ, заключающихся в площадном сопряженном геохимическом опробовании компонентов природно-геологической среды (ПГС) — коренных пород, почв, донных отложений, поверхностных и подземных вод, растений, приземной атмосферы, пылевых выпадений.

Производство МГХК, в том числе технологии подготовительных, полевых, аналитических и камеральных работ, подготовка отчетных материалов, включая итоговые геохимические карты, регламентируется Требованиями к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования (ИМГРЭ, 1999; 2001). Данные нормативные документы содержат также унифицированные легенды комплекта карт.

Цель создания эколого-геохимической карты масштаба 1 : 1 000 000 — получение картографической модели структуры загрязнения и экологического состояния территории. Данная карта позволяет решать следующие задачи:

- установление характера и степени загрязнения компонентов ПГС определенными токсичными элементами и соединениями;
- районирование территории по степени экологической опасности и характеру ущерба, наносимого природной среде загрязнением ее компонентов токсичными элементами и соединениями;
- экологическая оценка природного потенциала конкретной территории.

Карта составляется на основе информации, содержащейся на ландшафтно-геохимической карте, картах функционального зонирования и интегральных геохимических аномальных полей.

Технология создания эколого-геохимической карты включает следующую последовательность операций:

- 1) отображение пространственной дифференциации картографируемой территории по геохимическим и хозяйственным особенностям ландшафтов;
- 2) выделение по каждому опробованному компоненту ПГС зон загрязнения — аномально высоких содержаний химических элементов и соединений, оценка эколого-геохимического состояния компонентов природной среды;
- 3) совмещение на одной основе зон загрязнения по всем опробованным компонентам ПГС, редактирование контуров с учетом ландшафтно-геохимических и функциональных границ;
- 4) оценка экологического состояния территорий и характера ущерба, наносимого природной среде загрязнением ее компонентов токсичными элементами;
- 5) раскраска контуров карты по экологическому состоянию территорий;

б) расчет геохимических характеристик для территорий, состояние которых оценивается как неудовлетворительное.

Уровень загрязнения компонентов природной среды оценивается по ряду показателей: степени превышения ПДК токсичных элементов, суммарному показателю загрязнения, мощности экспозиционной дозы и др. В качестве показателя степени экологического состояния (неблагополучия) приняты нормативы, изложенные в Критериях оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1992).

Эколого-геохимическое состояние компонентов природной среды формирует экологическую обстановку, которая может быть удовлетворительной, напряженной, критической и чрезвычайной. *Удовлетворительная* экологическая обстановка характеризуется допустимым содержанием загрязнителей во всех компонентах природной среды; *напряженная* — умеренно опасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном из компонентов при их допустимом содержании в остальных компонентах; *критическая* — опасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном из компонентов при допустимом или умеренно опасном их содержании в остальных; *чрезвычайная* — высокоопасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном компоненте ПГС, при допустимом, умеренно опасном или опасном их содержании в остальных компонентах.

Геохимическая характеристика территорий, экологическое состояние которых оценивается как неудовлетворительное, складывается из геохимических показателей, отражающих состав, структуру, интенсивность и объем загрязнения. Полные характеристики зон загрязнения приводятся в кадастре, помещаемом в зарамочном поле карты или в объяснительной записке.

Эколого-геохимическая карта состоит из семи слоев. Первым слоем является топографическая основа, на втором буквенными индексами выделяются территории, районированные по геохимическим и хозяйственным особенностям ландшафтов.

Слой 3—6 (их количество может меняться в зависимости от количества опробованных компонентов ПГС) отражают содержание токсичных элементов и состав загрязнителей, выявленных в конкретном компоненте ПГС. В зависимости от компонента ПГС аномалии отображаются черными контурами с черной внутренней штриховкой различного наклона. Густота штриховки отражает уровень содержания загрязнителей внутри контура. Состав загрязнителей указывается рядом с контуром зоны загрязнения в виде ранжированного ряда индексов химических элементов, цвет которых указывает на компонент ПГС, в котором выявлено загрязнение. На карте указывается не более трех элементов-загрязнителей с максимальными значениями коэффициента концентрации.

Седьмой слой карты отражает комплексную оценку экологического состояния и характер ущерба. В зависимости от степени неблагополучия экологического состояния территории закрашиваются определенным цветом. Каждая территория, экологическое состояние которой оценивается как неудовлетворительное, нумеруется арабскими цифрами в направлении от северо-западного угла картографируемой территории к юго-восточному, номер ставится внутри территории в ее западной или северо-западной части.

2.8. Эколого-геоморфологические карты

Геоморфология, как и ряд других географических наук, в начале XXI в. уделяет значительное внимание изучению экологических проблем, хотя корни экологизации геоморфологии и геоморфологических идей, по мнению В. И. Кружалина (2001), обнаруживаются в работах по прогнозированию, проводившихся в 70-е гг. XX в. Для нового направления физико-географических исследований, изучающего взаимное влияние геоморфологических систем любого ранга и жизнедеятельности человека, Д. А. Тимофеев в 1991 г. предложил название «экологическая геоморфология». Объектом изучения экологической геоморфологии являются состояния и изменения в экосистемах, вызванные природными и антропогенными геоморфологическими условиями (Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев, 2004).

Целями эколого-геоморфологического анализа, по мнению Ю. Г. Симонова (1995), должны быть:

- создание системы оценок эколого-геоморфологического состояния отдельных территорий;
- выявление факторов и условий, определяющих их состояние;
- раскрытие механизмов, определяющих изменение их состояния;
- составление прогнозов изменения их состояния;
- выработка рекомендаций по управлению качеством окружающей среды и его поддержанию на определенном уровне.

На эколого-геоморфологических картах, по мнению Э. А. Лихачевой (2004), должны быть отображены результаты оценок:

- морфометрических и морфодинамических показателей рельефа;
- типа и степени опасности природных, природно-антропогенных и антропогенных геоморфологических процессов.

Степень опасности оцениваемых процессов зависит от генетических и морфолитологических особенностей рельефа территории, комфортности геоморфологических условий для проживания людей и ведения хозяйственной деятельности.

Существует несколько методик эколого-геоморфологического картографирования. В концепции Ю. Г. Симонова особо отмечены следующие его особенности:

- эколого-геоморфологические карты составляют в разных масштабах, в разных системах условных обозначений в зависимости от того, для каких целей они создаются;
- очень часто одна карта не может вместить весь объем необходимой для эколого-геоморфологических оценок информации, поэтому предпочтительна серия сопряженных карт;
- желательно, чтобы в серии эколого-геоморфологических карт первая часть представляла собой аналитические карты, а вторая имела синтетический характер;
- во второй части серии карт система условных обозначений и пояснений к ним должна быть написана на языке, понятном людям, не имеющим специального геоморфологического образования;
- карты, составленные в разных масштабах и для различных целей, могут иметь индивидуальные системы условных обозначений.

Существуют следующие виды эколого-геоморфологических карт: оценочные типологические (качественные и основанные на статистических данных); исторические и прогнозные; карты эколого-геоморфологического районирования. Кроме того, они могут содержать узко специальные данные: карты эколого-геоморфологических экстремальных ситуаций, эколого-геоморфологической оценки рекреационного и эстетического потенциала территории, эколого-геоморфологических условий городской территории и др. (Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев, 2004).

Процесс создания эколого-геоморфологических карт начинается с составления одной аналитической карты или серии таких карт и заканчивается картой интегрального характера, на основе которой вырабатываются рекомендации по управлению состоянием окружающей среды (В.И. Кружалин, 2001).

Так, например, В.И. Кружалиным для анализа влияния рельефа на выбор типа природопользования была создана серия карт, характеризующая морфометрические особенности выделенных ранее районов, включающая следующие карты: максимальных абсолютных высот; преобладающих абсолютных высот; средних относительных превышений; горизонтальной расчлененности; преобладающих углов наклона склонов; экспозиционной контрастности рельефа; комплексов эндогенных условий и факторов рельефообразования, влияющих на экологическую обстановку; ряд других карт.

Мелкомасштабная карта «Эколого-геоморфологические районы территории России. Комплекс экзогенных процессов рельефообразования, вызывающих экологические явления и локальные события», составленная В.И. Кружалиным, отображает комплекс процессов, в который входят гравитационные склоновые (обвальные, осыпные, камнепады и др.) и карстово-суффозионные процессы. Локальные проявления данных процессов, такие, как камнепад, обвал, карстовый провал, ограничены небольшой площадью, однако вызываемые ими экологические ситуации могут иметь катастрофический характер.

Автор выделяет четыре типа экзогенных процессов:

- процессы, которые себя не проявляют;
- обвально-осыпные процессы;
- карстово-суффозионные процессы;
- обвально-осыпные и карстово-суффозионные процессы.

По результатам проведенной оценки большая часть территории России характеризуется проявлениями карстово-суффозионных процессов, в горных областях также отмечены проявления гравитационных склоновых процессов. Обвально-осыпные процессы приурочены к северным островам, а также сосредоточены в горных районах северо-востока страны. На низменностях северного побережья России, в Предкавказье, на северо-западе Русской равнины (Карелия и Восточно-Кольский эколого-геоморфологический район) указанные процессы не отмечены.

Динамические и морфологические свойства геоморфологических условий могут быть причиной экстремальных кризисных ситуаций, бедствий или катастроф. Под экстремальной эколого-геоморфологической ситуацией (ЭЭС) понимается «совокупность геоморфологических явлений, возникающих вследствие экстремального проявления — активизации или затухания — рельефообразующих (в том числе и техногенно обусловленных) процессов, ухудшаю-

щих на данной территории условия жизни и ведения хозяйства на какое-то время или навсегда» (А. Е. Козлова и др., 2006. С. 25).

В рамках реализации проекта «Возможные экстремальные ситуации в природных экосистемах на территории России в XXI веке» авторским коллективом Института географии РАН в 2002 г. была создана карта «Эколого-геоморфологические ситуации в субъектах Российской Федерации» масштаба 1:9 000 000 (рис. 7 цв. вкл.). В основу данной карты была положена модель связей эколого-геоморфологических ситуаций, созданных совокупностью морфоклиматических и морфодинамических условий, и социально-экономической привлекательности региона (А. Е. Козлова и др., 2005).

Основные элементы содержания карты объединены в три группы.

1. Экзодинамические условия. Выделено 6 категорий — сочетаний экзо- и эндогенных факторов, выраженных в баллах: 1) благоприятные сейсмические и экзогенные условия; 2) благоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные условия; 3) относительно благоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные условия; 4) относительно благоприятные сейсмические и неблагоприятные экзогенные условия; 5) неблагоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные условия; 6) неблагоприятные сейсмические и неблагоприятные экзогенные условия.

2. Комплекс техногенных процессов. За комплексную характеристику техногенного воздействия на территорию субъекта РФ принят суммарный ущерб от техногенных процессов, выраженный в баллах.

3. Абсолютный средний многолетний ущерб от процессов, наиболее чувствительных к изменениям климата и землепользования: комплексной эрозии, мерзлотных процессов и подтопления.

Составленная карта позволяет выявить основные закономерности размещения ущербов. Так, например, сравнительный анализ среднесезонных ущербов от эрозии показал, что на долю европейских регионов приходится 62 % общей суммы ущербов на территории России, при этом южные регионы страдают больше, чем северные. Максимальные ущербы (до 100 тыс. у.е./год) зафиксированы в сельскохозяйственных районах — Белгородской, Волгоградской, Саратовской, Курской, Воронежской, Самарской областях и в Калмыкии, где вклад эрозии в общий ущерб от суммы природных ущербообразующих факторов достигает 60—80 % (А. Е. Козлова и др., 2005).

Эколого-геоморфологические карты так же, как и другие карты экологического направления, должны отражать не только текущее состояние геоморфологических процессов и явлений, но и прогнозное.

Продолжением упомянутого выше исследования может считаться «Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций», также составленная в масштабе 1:9 000 000. Анализ данной карты позволил ее авторам выполнить районирование территории России по факторам, определяющим возможность возникновения экстремальных эколого-геоморфологических ситуаций (ЭЭГС), и составить сценарий развития процессов при заданных условиях в случае реализации определенных предложений. Результаты этой работы отражены на двух картах-врезках: «Процессы, определяющие возможность возникновения экстремальных эколого-геоморфологических ситуаций» и «Возможные измене-

ния эколого-геоморфологических ситуаций при глобальном потеплении». Вместе с тем, рассматривая территорию России как земельные и территориальные ресурсы, авторы определили значения риска по уязвимости (табл. 2.10) и произвели расчеты «страховых индексов» для экономических районов.

Таблица 2.10

Наиболее ущербобразующие процессы на территории России
(Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических процессов, 2006)

Экономический район	Наиболее ущербобразующие процессы	Наиболее уязвимые регионы	Значение риска по уязвимости	
			основных промышленных фондов	населения
Северный	Подтопления, мерзлотные процессы, наводнения	Республика Коми, Архангельская обл., Вологодская обл.	Пониженное	Пониженное
Северо-Западный	Наводнения, подтопления	Ленинградская обл.	Пониженное	Пониженное
Центральный	Оползни, подтопления, эрозия, карст	Московская обл., Тульская обл.	Умеренное	Умеренное
Центрально-Черноземный	Карст, оползни, подтопления, эрозия, наводнения	Воронежская обл., Курская обл., Липецкая обл.	Пониженное	Умеренное
Волго-Вятский	Подтопления, оползни, карст, наводнения	Чувашская республика, Нижегородская обл.	Умеренное	Высокое
Поволжский	Подтопления, оползни, эрозия, карст	Волгоградская обл., Самарская обл., Саратовская обл., Ульяновская обл.	Умеренное	Умеренное
Северо-Кавказский	Землетрясения, наводнения, подтопления, оползни, карст	Краснодарский край, Республики: Дагестан, Чеченская, Северная Осетия — Алания	Высокое	Высокое
Уральский	Подтопления, оползни, карст, наводнения	Республика Башкортостан, Пермский край, Свердловская обл.	Умеренное	Умеренное

Экономический район	Наиболее уязвобообразующие процессы	Наиболее уязвимые регионы	Значение риска по уязвимости	
			основных промышленных фондов	населения
Западно-Сибирский	Землетрясения, подтопления, наводнения, оползни, мерзлотные процессы	Республика Алтай, Новосибирская обл., Омская обл., Тюменская обл.	Умеренное	Пониженное
Восточно-Сибирский	Землетрясения, подтопления, наводнения, оползни, мерзлотные процессы	Республика Бурятия, Читинская обл., Иркутская обл.	Высокое	Высокое
Дальневосточный	Землетрясения, цунами, наводнения, оползни	Республика Саха (Якутия), Приморский край, Хабаровский край, Сахалинская обл., Камчатская обл.	Высокое	Умеренное
Калининградская обл.	Подтопления		Пониженное	Пониженное

2.9. Карты медико-географические

Медико-географическое картографирование — одно из наиболее рано оформившихся направлений современного экологического картографирования. Его основы были заложены еще в 60-е гг. XX в.

Однако не все медико-географические карты могут быть отнесены к собственно экологическим, поскольку некоторые из них отражают информацию, не имеющую отношения к взаимосвязям человека и окружающей среды (например, карты обеспеченности населения медицинской помощью). Кроме того, многие болезни напрямую не связаны с экологическими факторами. В то же время большинство медико-географических карт представляют большой интерес для экологического картографирования (особенно картографирования городов).

Медико-географические карты отображают:

– состояние и качество окружающей среды, проявляющиеся в неблагоприятном влиянии на здоровье населения;

– географические (природные, социально-бытовые и производственные) предпосылки болезней человека, свойственные природным и производственным территориальным комплексам, их сочетания и условия проявления;

– природные лечебные ресурсы и возможности их рационального использования.

Основной предмет медико-географического картографирования — факторы среды, как позитивно, так и негативно влияющие на здоровье человека. Карты, представляющие факторы среды или результаты их воздействия (патологии), могут быть отнесены к разным группам медико-географической классификации (Руководство по медицинской географии, 1993):

– собственно медико-географические карты и близкие к ним по содержанию оценочные карты окружающей среды, отображающие природные и социальные предпосылки болезней;

– нозогеографические карты, характеризующие фактическое распространение болезней;

– карты здоровья населения.

Медико-географические карты отображают ареалы со специфическими медико-географическими условиями (предпосылки болезней или стимуляторы здоровья). В зависимости от происхождения предпосылок выделяют медико-географические карты природной среды, социальной среды, а также карты медико-географического районирования.

Среди карт *природной среды* выделяют следующие группы:

– биоклиматические карты, на которых показано влияние климата на здоровье человека;

– карты, отображающие почвы и их разновидности, обладающие определенной медико-географической специфичностью;

– карты биогеохимических эндемий;

– карты, представляющие свойства подземных и поверхностных вод и уровень их влияния на организм человека;

– карты, отражающие свойства биоты и их влияние на здоровье населения (например, в связи с циркуляцией возбудителей природно-очаговых болезней).

Из медико-географических карт, рассматривающих природные факторы, следует выделить прежде всего карты биогеохимических эндемий. В качестве примера можно привести карту из «Атласа Забайкалья» (1967). На ней отражена биогеохимическая ситуация по эндемическому зубу, урсовской болезни, кариесу и уролитиазу. Карта составлена на основании медико-географического анализа данных о содержании биологически важных микро- и макроэлементов в почве, водах, растениях и в местных продуктах питания. Цветовым фоном показаны классы геохимических ландшафтов; картодиаграммы отражают заболеваемость населения указанными болезнями по отдельным населенным пунктам.

Картографирование биотических элементов осуществляется в зависимости от места организма в паразитарной цепи. Переносчики многих опасных природно-очаговых болезней (клещевой энцефалит, клещевой риккетсиоз, геморрагическая лихорадка) — иксодовые клещи, поэтому картографированию распространения этих членистоногих уделяется большое внимание начиная с 50-х гг. XX в. Объектами картографирования являются типы популя-

ций иксодовых клещей, выделенные с учетом видов клещей и их численности (рис. 2.19).

Важное эпидемическое значение имеют и позвоночные животные, прежде всего млекопитающие. Карта «Млекопитающие — хранители и прокормители возбудителей и переносчиков болезней» из «Атласа Забайкалья» показывает наличие в составе биоты природных территориальных комплексов млекопитающих, участвующих в циркуляции возбудителей ряда болезней с природной очаговостью, дает представление о численности отдельных видов млекопитающих. Кроме того, на карте указаны случаи обнаружения возбудителей или их следов (наличие антител) в организме животных, а также случаи заболевания людей, связанные с эпизоотиями. Как правило, медико-географические карты биотических факторов выполняются на основе ландшафтных, геоботанических и зоогеографических карт.

Карты *социальной среды* рассматривают жилищно-коммунальные условия жизни населения, водопользование, распространение вредных привычек (курение, алкоголизм и др.).

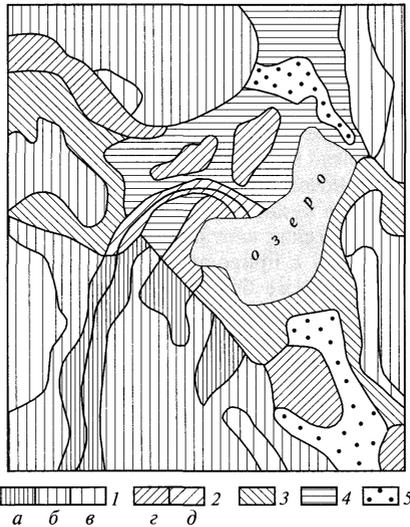


Рис. 2.19. Типы населения иксодовых клещей в природных комплексах малой котловины (по Т.А. Вершининой и др., 1989):

1 — таежный (*Ixodes persulcatus*) (а — очень высокая численность в горных распадках; б — высокая численность в лесах склонов; в — низкая численность в лесах вершинных платообразных поверхностей невысоких горных образований); 2 — лесостепной (*I. persulcatus*, местами в сочетании с *Dermacentor nuttalli*) (г — средняя численность в разреженных лесах склонов южной экспозиции и днища котловины; д — очень низкая численность в разреженных лесах речных долин в пределах днища котловины); 3 — лугово-степной (*D. nuttalli*, местами в сочетании с *I. persulcatus*), средняя численность на луговых территориях южных склонов и днища котловины; 4 — степной (*D. nuttalli*), средняя численность на оstepенных участках южных склонов и днища котловины; 5 — распаханые территории, лишенные постоянного населения клещей

Карты *медико-географического районирования* показывают сочетание свойств природных и производственных территориальных комплексов, в пределах которых интегральное воздействие природных и социально-экономических условий на здоровье населения обладает качественной однородностью и локальной специфичностью (Е. С. Фельдман, 1993).

Так, в процессе медико-географического районирования Забайкалья было выделено 115 медико-географических районов. Каждый из них характеризуется неповторимой медико-географической совокупностью свойств образующих его геосистем, в том числе своеобразным сочетанием природных предпосылок болезней человека и условий их проявления (преимущественно социально-бытовых и производственных).

Более углубленный анализ возможного влияния на здоровье населения природных и социально-экономических условий, подтвержденный результатами изучения заболеваемости населения, выявил возможность объединения отдельных медико-географических районов в 10 типов, которые в свою очередь разделены на подтипы.

В легенде карты каждый тип и подтип медико-географических районов охарактеризован с точки зрения его возможного влияния на здоровье населения главным образом в связи с наличием природных предпосылок болезней человека и условий их проявления. Дана краткая характеристика природных условий и хозяйственного использования природных ресурсов.

Нозогеографические карты (от греч. *nósos* — болезнь) показывают ареалы болезней человека (нозоареалы), их динамику во времени и пространстве (рис. 2.20). Если собственно медико-географические карты отображают предпосылки болезней, то в нозогеографических на первый план выступают болезни и их распространение на картографируемой территории. Критерием классификации нозогеографических карт служит этиология болезней. Выделяют карты болезней, связанных с природными факторами, с социально-экономическими факторами, а также болезней, возникающих под влиянием нескольких причин.

Примерами карт географического распространения болезней, обусловленных преимущественно природными факторами, могут служить карты болезней с природной очаговостью (клещевой энцефалит, бешенство, геморрагические лихорадки и др.); аллергических болезней; биогеохимических эндемий (эндемический зоб, кариес, флюороз, мочекаменная болезнь и др.); болезней, связанных с резкими изменениями в интенсивности проявления метеорологических факторов.

Первым отечественным опытом в области картографирования распространения болезней, связанных с природными факторами, является нозогеографическая карта СССР «Болезни с природной очаговостью» масштаба 1 : 25 000 000, составленная Б. В. Вершинским (1964). На карте показана приуроченность комплексов болезней к определенным природным зонам. Использован способ качественного фона (для некоторых болезней насыщенность цвета соответствует уровню заболеваемости), а также ареалы и локализованные значки. За основу принята геоботаническая карта, поскольку характер растительного покрова определяет не только распространение эпидемически и эпизоотически важных видов животных, но и особенности хозяйственного использования природных территориальных комплексов.

Карты болезней с социально-экономической обусловленностью представлены картами распространения силикоза, производственного травматизма, профессиональных заболеваний и др. К картам географического распространения болезней, обусловленных множественными причинами, могут быть

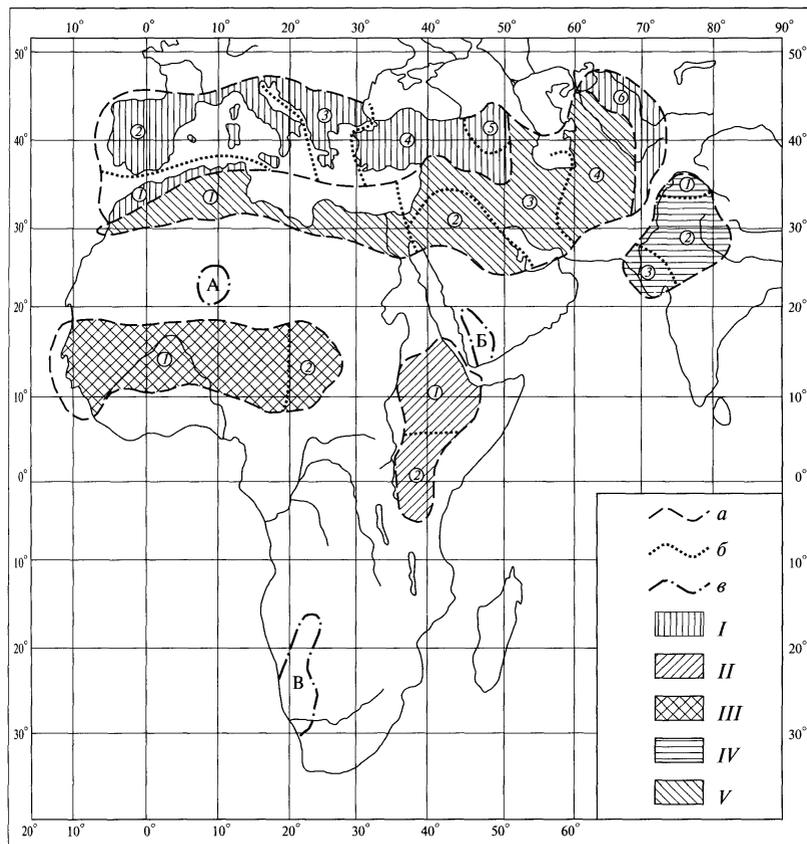


Рис. 2.20. Районирование нозоареала кожного лейшманиоза в Старом Свете (по С. М. Малхазовой, 2001).

Границы: *a* — очаговых областей; *б* — очаговых провинций; *в* — участков очаговой территории. Очаговые области: I — Средиземноморская (цифрами обозначены провинции: 1 — Южно-Средиземноморская, 2 — Западно-Средиземноморская, 3 — Центрально-Средиземноморская, 4 — Малоазиатская, 5 — Кавказская, 6 — Горно-Среднеазиатская); II — Восточно-Африканская (провинции: 1 — Абиссинская, 2 — Кенийская); III — Западно-Африканская (провинции: 1 — Сенегальская, 2 — Центральная); IV — Южно-Азиатская (провинции: 1 — Балтистанская, 2 — Раджастханская, 3 — Нижне-Индская); V — Сахаро-Переднеазиатская (провинции: 1 — Северо-Сахарская, 2 — Аравийская, 3 — Переднеазиатская, 4 — Туранская). Участки очаговой территории: А — Центрально-Сахарский; Б — Южно-Аравийский; В — Южно-Африканский

отнесены карты заболеваемости населения злокачественными новообразованиями и сердечно-сосудистыми болезнями.

Карты здоровья населения отражают состояние здоровья населения как наиболее достоверный интегральный критерий влияния окружающей среды на организм человека. Оценка и картографирование здоровья населения проводится по комплексу показателей, которые могут быть объединены в три группы. К первой группе относятся демографические показатели (рождаемость, смертность, естественный прирост). Вторую группу составляют показатели

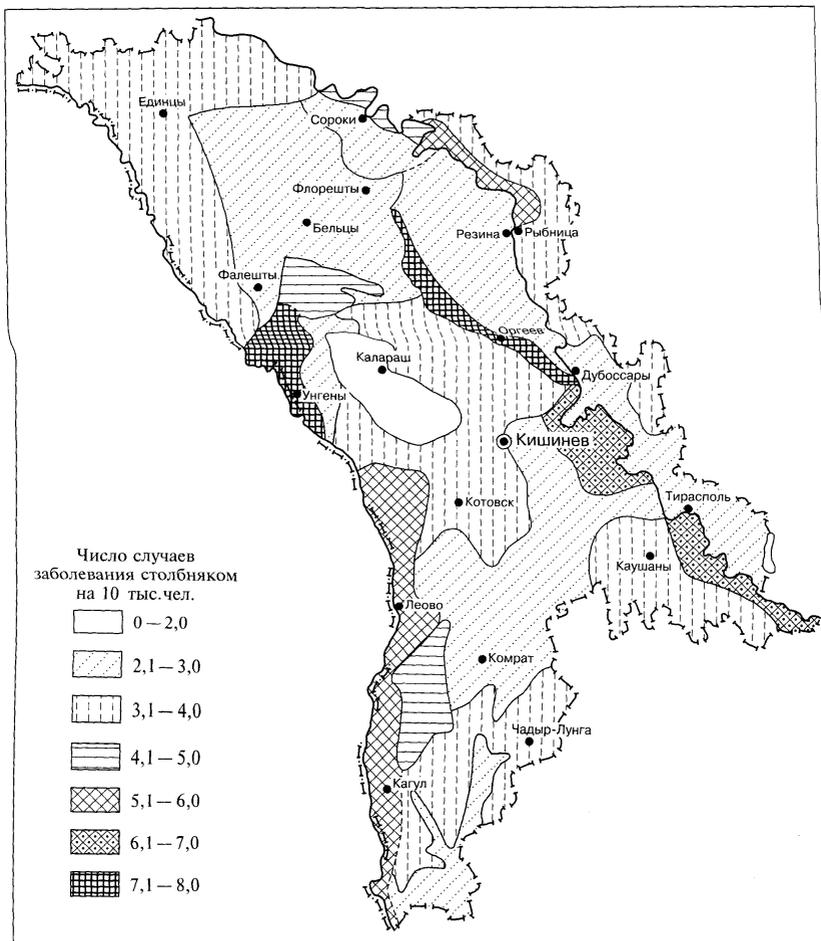


Рис. 2.21. Заболеваемость столбняком по медико-географическим районам Молдавии (суммарные показатели) (по Е. С. Фельдману, 1977)

заболеваемости населения (общая заболеваемость, заболеваемость отдельными нозогеографическими формами, удельный вес отдельных заболеваний в общей заболеваемости и др.). Третья состоит из показателей физического развития отдельных групп населения.

Картографирование ведется на основе данных медицинской статистики, поэтому карты чаще всего выполняются в виде картограмм с использованием сетки административно-территориального деления. При такой методике картографирования показатели здоровья населения не отражают качественных различий природно-территориальных и территориально-производственных комплексов, в результате чего возникают непреодолимые трудности при проведении медико-географического анализа здоровья населения.

Гораздо более информативно использование в качестве операционно-территориальных единиц медико-географических районов, выделяемых на основе синтеза контуров природных ландшафтов и типов хозяйственной деятельности населения. Медико-географическое районирование выполняется на основе гигиенической оценки физико-географических (климатических, геохимических, гидрогеохимических) факторов (Е. С. Фельдман, 1977).

Результатом применения подобного подхода является карта, отражающая заболеваемость населения Молдавии столбняком (рис. 2.21). На ней заболеваемость показана по медико-географическим районам, что помогло выявить приоритетную роль в распространении этого заболевания природного (гранулометрический состав почв) и военно-исторического (наиболее длительного и интенсивные бои во время Великой Отечественной войны) факторов. Карта, составленная по административному принципу (рис. 2.22), только запутывает исследователя (Е. С. Фельдман, 1977).

Медико-географический атлас — систематическое собрание органически связанных между собой и дополняющих друг друга медико-географических карт. По территориальному охвату выделяют атласы мира, отдельных континентов, государств, краев и областей. Наиболее широко представлены региональные атласы: европейской части СССР, Красноярского края, Карелии.

Особый тип картографического произведения — медико-географические разделы комплексных региональных атласов. В этих разделах помещены карты отраслевые (биогеохимические эндемии, природно-очаговые инфекции и инвазии и др.), комплексные (районирования), курортно-рекреационных ресурсов. Такие разделы есть в атласах Забайкалья (1967) и Сахалина (1967).

В настоящее время интенсивно развивается медико-экологическое картографирование — одно из новых направлений в современной географии и картографии. Основное различие между медико-географическими и медико-экологическими картами заключается в объектах анализа. Объект медико-географического картографирования — природно-территориальный комплекс с эволюционно сложившейся структурой геосистем, медико-экологического — территориально-производственная система. В структуре последней начинают доминировать переменные состояния геосистем с разной степенью трансформации экологических параметров.

Тематическое и комплексное медико-географическое картографирование правомерно признать базой, на которой формируются современное медико-экологическое мировоззрение и пространственный анализ ситуаций. В работах отечественных медико-географов были заложены и обоснованы принципы

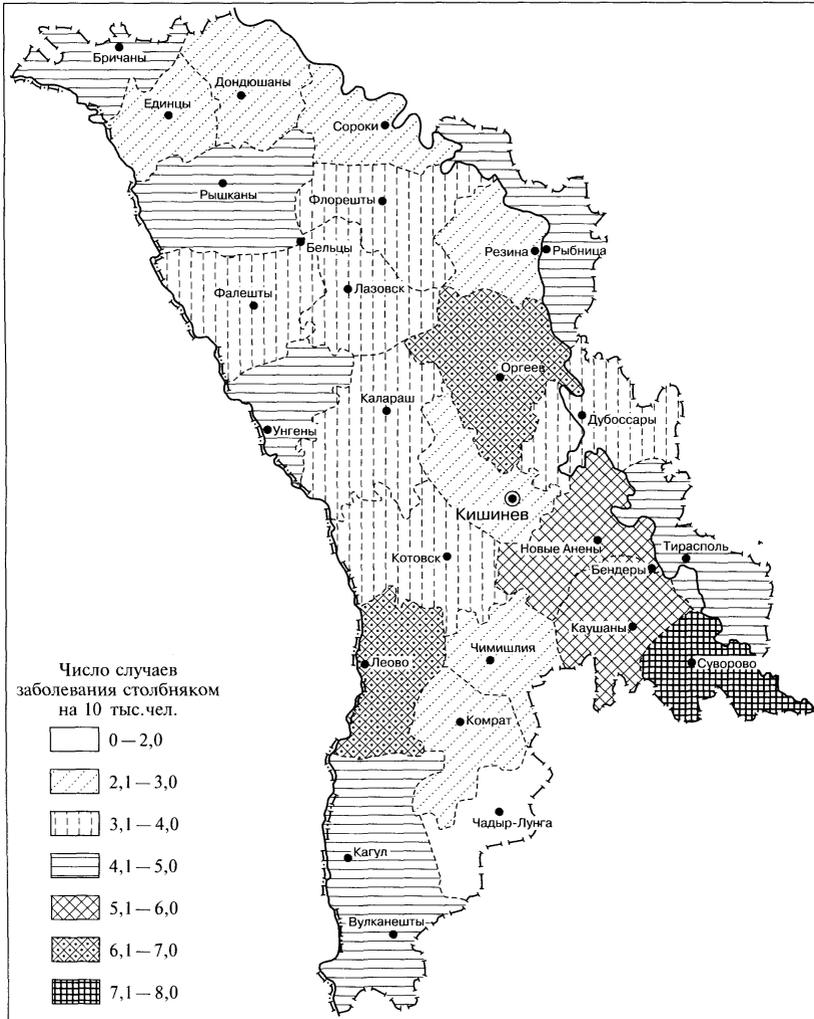


Рис. 2.22. Заболеваемость столбняком по административным районам Молдавии (суммарные показатели) (по Е. С. Фельдману, 1977)

медико-географического картографирования. Они обеспечили базу комплексных медико-географических исследований регионального содержания. Таким образом, медико-географическое картографирование создало условия для развития нового направления — медико-экологического картографирования. Раз-

вите последнего тесно связано с методами эколого-географического картографирования. Медико-экологическое картографирование должно базироваться на картах экологических ситуаций. Такие карты служат специальной основой при картографировании проблемных медико-экологических ареалов и ситуаций.

К новым видам медико-географических карт можно отнести и появившиеся сравнительно недавно демозоологические карты, показывающие районы повышенной смертности населения и ее возможные причины. Эти карты направлены на анализ половой, возрастной, национальной предрасположенности населения к отдельным видам заболеваний (В. З. Макаров и др., 2002).

2.10. Карты охраны природы

Карты природоохранной тематики стали появляться в 50—60-х гг. XX в. в связи с общим обострением проблемы охраны природы и резко возросшим вниманием к ней. Примерно с середины 70-х гг. отмечается существенный рост количества таких карт, публикуемых отдельно или в составе комплексных атласов. Это было началом оформления природоохранного картографирования в самостоятельную ветвь тематической картографии (С. Е. Сальников и др., 1990).

Среди наиболее известных произведений того времени — карты «Природные заповедные объекты Украинской ССР» масштаба 1 : 1 500 000 (1977), «Охрана растительного мира Нечерноземной зоны РСФСР» масштаба 1 : 1 500 000 (1980), «Охрана природы в СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1978) и ряд других. Карты охраны природы стали включаться во многие региональные атласы.

Следует отметить, что до начала 90-х гг. XX в. содержание некоторых карт охраны природы было гораздо обширнее, чем это следовало из их названия. По существу они являлись комплексными геоэкологическими картами. Так, на карте «Охрана природы СССР» масштаба 1 : 4 000 000 (1989) отражены не только размещение особо охраняемых территорий и природоохранные мероприятия, но и природные ландшафты, виды использования земель, уровень антропогенной нагрузки и устойчивость ландшафтов. В дальнейшем сюжеты собственно природоохранного и комплексного экологического картографирования были четко дифференцированы, хотя многие элементы карт охраны природы, прежде всего сеть особо охраняемых территорий, находят отражение на комплексных экологических картах.

Карты охраны природы отображают пространственное распределение и интенсивность рекомендуемых и осуществляемых мер, направленных на сохранение, укрепление или восстановление природного потенциала территории (акватории) и обеспечивающих способность природы самовозобновляться (С. Е. Сальников, 1993). Согласно общему географическому подходу к охране природы основными объектами охраны признаются современные ландшафты (геосистемы), а природные предпосылки сохраняют свое значение при любой хозяйственной деятельности. В таком случае научной базой для создания карт охраны природы должны служить общенаучные ландшафтные карты.

Наиболее распространено деление карт охраны природы на две группы: карты размещения охраняемых природных территорий и карты природоох-

ранных мероприятий (хотя обе группы изображаемых объектов и процессов могут быть показаны на одной карте) (рис. 8 цв. вкл.). Анализ карт природоохранной тематики позволяет обозначить следующий круг отображаемых на них объектов, процессов и явлений:

- особо охраняемые природные территории (ООПТ) и охраняемые природные территории (ОПТ);
- природоохранные мероприятия;
- предприятия и учреждения природоохранного назначения;
- государственные и общественные экологические организации;
- станции наблюдения и пункты контроля за состоянием окружающей среды.

Карты размещения ООПТ и ОПТ наиболее распространены среди природоохранных карт. На них отображаются различные категории природоохранных объектов (заповедники, национальные и природные парки, заказники, памятники природы, зеленые зоны городов, памятники садово-паркового искусства, водоохранные зоны и т.д.). Часто на картах охраны природы показаны ареалы обитания редких животных и растений, а также объекты историко-культурного наследия.

В настоящее время получили также распространение карты экологического каркаса территорий, которые отражают всю систему ареалов, имеющих то или иное природоохранное значение. В некоторых случаях в список изображаемых объектов включаются природные границы, имеющие экологическое значение (например, южная граница распространения сплошной многолетней мерзлоты) (С.Е. Сальников, 1993).

На картах природоохранные объекты различаются в зависимости от их значения и подчинения (федеральное, региональное, местное), площади, профиля (например, среди заказников могут быть выделены комплексные, биологические, гидрологические и др.), времени образования. Могут быть показаны не только существующие, но и проектируемые природоохранные объекты, а также территории, рекомендуемые для их организации. Например, на карте «Ценные объекты живой природы Московской области (охраняемые и нуждающиеся в охране)» масштаба 1 : 400 000 (1986) наряду с существующими объектами отражены предложения специалистов по организации и расширению сети охраняемых природных территорий.

Для изображения природоохранных объектов чаще других применяются способы выделения ареалов и локализованных значков. Последние используются при изображении ботанических, зоологических, орнитологических и других объектов малых размеров и представляют собой традиционные стилизованные художественные обозначения различных деревьев, листьев, цветов, птиц, млекопитающих, рыб и т.д. В научно-справочном картографировании охраны природы, как считает С.Е. Сальников (1990), использование таких значков должно быть резко ограничено. Предпочтение следует отдавать геометрическим знакам и знакам-символам, которые при соответствующей унификации могут составить специальную систему знаков для карт природоохранной тематики. С помощью ареалов передаются контуры охраняемых территорий, имеющих достаточно большие размеры, чтобы быть отраженными в реальных границах.

Часто на территории размещены природоохранные объекты, значительно различающиеся по площади. Способ ареалов в данном случае неприменим, а

локализованные значки одного размера сильно искажают действительную картину. Поэтому иногда вместо карт размещения конкретных природоохранных объектов используют картограммы, на которых отображена доля площади ООПТ от общей площади административно-территориальной единицы.

Набор направлений и видов природоохранных мероприятий чрезвычайно широк, детальность их деления зависит от масштаба картографирования. Картографирование природоохранных мероприятий может основываться как на ландшафтном, так и на покомпонентном подходе. В первом случае мероприятия приурочены к естественным ландшафтам или видам использования земель (современным ландшафтам). Такой подход использован при составлении карты «Охрана природы СССР».

Более широкое распространение покомпонентного подхода связано с тем, что охрана природы осуществляется главным образом в процессе использования природных ресурсов различными отраслями хозяйства. В соответствии с таким пониманием составлены карты охраны природы Украины и Донецкой области (А. П. Золовский и др., 1978). Картографируемые мероприятия разделены на следующие блоки: охрана земель, вод, атмосферного воздуха и др.

Так, на карте водоохранных мероприятий нашли отражение строящиеся и реконструируемые очистные сооружения, водоохранные зоны, водозащитные лесополосы, коллекторы для отвода шахтных вод, противонаводковые сооружения. В комплекс мероприятий по охране земель, показанный на соответствующей карте, входят противодефляционные, противоэрозионные, противооползневые, рекультивационные мероприятия, работы по улучшению плодородия почв.

В зависимости от площади распространения природоохранных мероприятий применяется широкий набор способов картографического изображения: локализованные значки, линейные знаки, локализованные диаграммы, ареалы и качественный фон.

Карты природоохранных мероприятий делятся на констатационные и рекомендательные. На карте «Охрана природы СССР» рекомендуемые мероприятия сгруппированы в зависимости от типа использования земель и степени антропогенной нагрузки по трем уровням: высокий, повышенный и минимально необходимый.

Примерами предприятий и учреждений природоохранного значения, отображаемыми на картах, могут служить очистные сооружения, мусороперерабатывающие заводы, гидролесомелиоративные станции, лесопитомники, лесохозяйственные хозяйства, рыбноводные заводы и т.д. Все они имеют четкую пространственную привязку и передаются посредством локализованных значков. Эти же способы картографического изображения применяются для того, чтобы показать размещение экологических организаций и пунктов контроля состояния окружающей среды. Изображение последней группы объектов можно детализировать в зависимости от ведомственной принадлежности, направления деятельности (гидропосты, ключевые участки для отбора почвенных проб, посты контроля за состоянием атмосферного воздуха), программы и режима наблюдений. Карта размещения постов наблюдения и контролируемых параметров имеет большое значение для совершенствования сети пунктов экологического мониторинга.

Общий интерес к природоохранным картам усилился в связи с их включением в перечень материалов, необходимых для экологического обоснования инвестиций.

Большой интерес вызывает и возможность разработки и картографирования экологического каркаса территории как единой системы (сети) функционально взаимосвязанных охраняемых природных территорий, защищенных соответствующими правовыми нормами. В структуре такой пространственной системы выделяются следующие виды территорий (А. Н. Иванов, 1998, 2001; Н. А. Соболев, 1999):

- ключевые природные территории (ядра, узлы, биоцентры), непосредственно обеспечивающие сохранение природных комплексов и их биоразнообразия;
- буферные территории как ареалы, предназначенные для защиты биоцентров от неблагоприятных внешних воздействий, но охраняемые не так строго;
- транзитные территории, обеспечивающие естественные связи между природными ядрами, создающие своеобразные «экологические коридоры» и способствующие процессам естественной саморегуляции природных экосистем;
- территории экологической реставрации, ареалы с нарушенными природными сообществами, подлежащими восстановлению.

Однако понятие об экологическом каркасе имеет и более широкую трактовку. Он рассматривается как «совокупность экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную структуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта» (А. В. Елизаров, 1998, 1999). Такая система ареалов представляет собой единую сеть природных и полуприродных (созданных при участии человека) территорий — «каркас», в пределах которых допускаются строго регламентированные и щадящие виды использования земель.

Таким образом, смысл экологического каркаса сводится к поддержанию гибкой системы дифференцированного природопользования, соответствующего природным возможностям территории и обеспечивающего ее экологическую стабильность.

Еще более широкое понимание задач и функций экологического каркаса территории приведено в определении Л. К. Казакова: «Ландшафтно-экологический каркас — это система взаимосвязанных базовых природных и хозяйственных элементов территории, определяющих устойчивость ее структуры, экологическое состояние и эстетику природно-хозяйственного ландшафта». При анализе, планировании и проектировании экологического каркаса важно не просто учитывать наличие и площадь зеленых массивов и полос, или экокоридоров, но и их размещение относительно других элементов общего ландшафтного или ландшафтно-экологического каркаса территорий.

Уже имеющиеся разработки по созданию экологических сетей приурочены к издавна освоенным и сильно трансформированным природным территориям центра Европейской России. Эти материалы свидетельствуют, что при разработке систем экологического каркаса всегда учитываются признаки зонального характера и что наибольшего внимания требуют экологические сети, создаваемые в переходных, экотонных зонах (лесотундра, лесостепь, полупустыня и т. п.) (С. В. Пономаренко и др., 1994; М. Е. Кулешова, 1999).

2.11. Экологические карты прикладного назначения

Результаты экологического картографирования успешно применяют в экологическом проектировании. В настоящее время значительное число карт вошло в перечни материалов, обязательных или рекомендуемых для включения в пакет документов *экологического обоснования инвестиций* на разных стадиях инвестиционного процесса. Основные стадии экологического обоснования инвестиций, требующие картографического обеспечения, — инженерно-экологические изыскания и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Инженерно-экологические изыскания предваряют экологическое проектирование и обеспечивают его базовой информацией, которая используется при экологическом обосновании предпроектных материалов ОВОС необходимы для обоснования инвестиций, подготовки раздела «Охрана окружающей среды» проекта строительства и др. (К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002).

По результатам инженерно-экологических изысканий составляется технический отчет. Его картографическая часть помимо ландшафтных, почвенно-растительных, лесо- и землеустроительных и других вспомогательных картографических материалов должна содержать (СНиП 11-02—96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», 1997) карты современного экологического состояния, прогнозируемого экологического состояния, экологического районирования, геоэкологические карты и схемы зоны воздействия объекта и прилегающей территории с учетом возможных путей миграции, аккумуляции и выноса загрязняющих веществ.

Экологические карты (схемы) современного и прогнозируемого состояния изучаемой территории при инженерных изысканиях для обоснования инвестиций в строительство и другой предпроектной документации в зависимости от величины предполагаемой зоны воздействия следует составлять в масштабах от 1 : 50 000 до 1 : 10 000; при инженерных изысканиях для проекта строительства — в масштабах 1 : 5 000—1 : 2 000, при необходимости — 1 : 1 000 на выбранной площадке (1 : 25 000—1 : 10 000 в прилегающей зоне).

На карте (схеме) современного экологического состояния должны быть отображены: распространение различных типов ландшафтов; функциональное зонирование территории; расположение основных источников загрязнения и их характеристики; возможные пути миграции и участки аккумуляции загрязнений; расположение особо охраняемых участков и зон ограниченного использования, участков особой чувствительности к воздействиям опасных природных и техногенных процессов, объектов историко-культурного наследия; результаты геохимических, гидрохимических и радиационных исследований (в виде изолиний коэффициентов концентрации токсичных веществ в почвах, диаграмм концентрации загрязняющих компонентов в пробах поверхностных, подземных и сточных вод и т.п.); оценка современного экологического состояния территории и районирование по условиям экологического благополучия природной среды.

На карте (схеме) прогнозируемого экологического состояния в зависимости от видов и характера воздействий и особенностей природных условий следует отображать динамику предполагаемого распространения различных типов и видов загрязнений; ожидаемые изменения ландшафтной структуры

территории, морфоструктуры ландшафтов (деградация почв, трансформация растительных сообществ, сокращение лесных площадей и т.п.), отдельных компонентов окружающей природной среды (подъем уровня грунтовых вод, развитие заболачивания, подтопления, засоления, дефляции и других опасных процессов, деградация мерзлоты), общих оценок территории по степени экологического благополучия природной среды.

Экологические карты должны сопровождаться развернутыми легендами, необходимыми разрезами и другими дополнениями. Допускается составление единой карты (инженерно-экологической) современного экологического состояния территории с элементами прогноза, а также вынос информации на вспомогательные карты (схемы) (Свод правил СП 11-102—97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства», 1998).

Приведенный документ содержит лишь перечень карт и картографируемых явлений и процессов без каких-либо рекомендаций по их составлению. В связи с этим очевидна необходимость разработки нормативно-методических материалов, обеспечивающих инженерно-экологические изыскания.

Рост городов и формирование агломераций делают чрезвычайно актуальной проблему *экологического обоснования направления развития городских территорий* (Ю. А. Баранникова, 2005). Существующие нормативно-методические и инструктивные документы по подготовке градостроительных проектов содержат перечень графических материалов, используемых на различных стадиях градостроительного проектирования. Но в этих документах не рассматриваются принципы создания экологических карт и состав картографируемых явлений. Экологическая информация практически не интегрирована в процесс принятия градостроительных решений, так как нет методики ее картографического представления. Вместе с тем уже существуют примеры разработки теоретических и методических основ экологического картографирования в градостроительном проектировании.

Масштаб создаваемых геоэкологических карт определяется стадией градостроительного проектирования. Так, для Московского мегаполиса можно выделить следующие уровни картографирования:

- макроуровень — город в целом (оценка перспективного состояния компонентов городской среды и условий проживания населения при разработке генерального плана города, стратегии и концепции развития, градостроительного прогноза, масштабы карт 1 : 10 000 — 1 : 25 000);

- мезоуровень — районы города (оценка перспективного состояния компонентов городской среды и условий проживания населения при застройке территорий кварталов и промышленных зон, строительстве микрорайонов, жилых комплексов, масштабы карт 1 : 2 000 — 1 : 5 000);

- микроуровень — отдельные городские кварталы и объекты точечной застройки (оценка перспективного состояния компонентов городской среды и условий проживания населения при строительстве, реконструкции, обновлении кварталов, улиц и площадей, отдельных зданий и сооружений, масштабы карт 1 : 500 — 1 : 1 000).

Геоэкологические карты городских территорий объединяются в два блока: инвентаризационный и интегральный. К первому относятся карты компонентов городской среды по параметрам, учитываемым в градостроительном проектировании. Карты предложено составлять для следующих компонентов

(Ю.А. Баранникова, 2005): атмосферный воздух, акустический режим, почвенный и растительный покров, микроклимат городских территорий (инсоляционный и ветровой режимы), геолого-геоморфологические, гидрогеологические и гидрологические условия. Данные карты характеризуются четкой привязкой отображаемых явлений к градостроительным вопросам, для ответа на которые надо использовать экологическую информацию.

Интегральные карты должны содержать конструктивные рекомендации по решению экологических проблем городских территорий и отражать суть эколого-градостроительного проектирования. Они составляются, как правило, при разработке генерального плана, стратегии и концепции развития, градостроительного прогноза для крупных городских районов или города в целом. По сравнению с инвентаризационными интегральные карты составляются в более мелком масштабе и отражают многообразие городской застройки при сочетании территорий различного функционального назначения.

Карта типов урбоэкосистем содержит информацию о наличии природных ресурсов, о степени устойчивости к техногенным нагрузкам и о характере изменений урбоэкосистем. Для получения информации о возможности размещения проектируемого объекта на городской территории используется карта эколого-градостроительных и планировочных ограничений. В целях проведения комплексной оценки экологического состояния рассматриваемой территории необходимо привлекать карту комфортности проживания. Эти и другие карты служат инструментом для принятия экологически обоснованных градостроительных решений.

Экологическое состояние территории — один из важных факторов, влияющих на стоимость отдельных участков городских земель. Необходимость учета экологической обстановки при *кадастровой оценке урбанизированных территорий* продекларирована, но до сих пор не существует единой методики определения значимости экологических факторов. В то же время на региональном уровне выполнен ряд разработок, содержание которых заключается в проведении оценки и картографирования городской территории по степени остроты экологической ситуации.

На первом этапе подобных исследований ставится задача отбора комплекса факторов, формирующих экологическую ситуацию (экологических проблем). Как правило, наиболее значимыми считаются химическое загрязнение (атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды, поверхностных вод), а также физическое (чаще всего шумовое и радиационное). Список факторов, в основном единый для всех крупных городов, может быть расширен с учетом специфики конкретной городской территории. Так, для г. Ростова-на-Дону серьезной экологической проблемой является подъем уровня грунтовых вод, поэтому данный фактор отражен в системе критериев экологической оценки. Угроза загрязнения территории г. Владимира бытовым мусором ввиду существования более чем 150 несанкционированных свалок обусловила необходимость учета степени опасности загрязнения бытовыми отходами.

Авторы некоторых разработок предлагают в систему критериев экологической оценки включать не только перечисленные экологически негативные факторы, но и позитивные, к которым относятся рекреационные ресурсы, представленные различными категориями ООПТ и ОПТ.

Таблица 2.11

Система оценки загрязнений окружающей среды г. Владимира
(по Н. Е. Трифионовой, А. Н. Краснощекову, 2004)

Критерии	Уровень загрязнения				
	низкий (1 балл)	средний (2 балла)	высокий (3 балла)	опасный (4 балла)	критический (5 баллов)
Загрязнение атмосферы (ИЗА)	0 – 5	5 – 7	7 – 14	14 – 21	> 21
Загрязнение почвы (Z_c)	0 – 16	16 – 32	32 – 64	64 – 128	> 128
Загрязнение питьевой воды (количество показателей, отклоняющихся от норм, %)	< 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
Загрязнение водных объектов (ИЗВ; острая токсичность, %)	1 – 2,5 < 20	2,5 – 4 20 – 40	4 – 6 40 – 60	6 – 10 60 – 80	> 10 80 – 100
Загрязнение твердыми отходами (коэффициент опасности свалки)	0 – 4	4 – 8	8 – 12	12 – 16	16 – 20
Радиационное загрязнение (эффективная эквивалентная доза излучения, мЗв/год)	0 – 1	1 – 5	5 – 20	20 – 50	> 50
Акустическое загрязнение (эквивалентный уровень шума, превышение нормы, дБа)	На 2	На 4	На 6	На 8	На 10

Оценка степени остроты экологических проблем проводится на основе утвержденных нормативов и методик. Например, уровень загрязнения атмосферного воздуха может определяться путем расчета ИЗА или на основе фактических данных — интенсивности пылевой нагрузки и величины суммарного показателя загрязнения пылевых выпадений.

Далее выполняются балльная оценка каждого фактора (табл. 2.11) и суммирование частных оценок для получения интегрального показателя экологической напряженности. На его основе строятся карты районирования городской территории по степени остроты экологической ситуации, комфортности проживания, ценности земельных участков и др. В качестве базовых карт обычно используются карты функционального зонирования городской территории.

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

3.1. Экологические карты комплексного содержания. Основные направления и методы разработки

Очевидная необходимость интеграции разносторонней экологической информации делает особенно актуальным комплексное экологическое картографирование. Комплексные карты наиболее полно и точно представляют экологическое состояние территории, дают возможность всесторонне учитывать изменения в природе и их влияние на человека, позволяют отображать комплекс взаимосвязанных объектов и показатели каждого из них, опираются на широкий спектр системных показателей — природных, социально-экономических, демографических (А. М. Трофимов и др., 2003).

При комплексном экологическом картографировании одновременно отображаются (В. И. Стурман, 2003):

- географическая среда (ландшафты), в которой происходит взаимодействие и развиваются экологические отношения между природными и социально-экономическими системами;
- техногенные и антропогенные воздействия и реакция среды на них;
- оценки результатов вышеупомянутого взаимодействия, т. е. экологического состояния элементов природной среды.

Комплексное экологическое картографирование может осуществляться в трех основных видах (Комплексное экологическое картографирование (географический аспект), 1997):

- отдельные комплексные экологические карты территорий и акваторий;
- серии взаимосвязанных карт экологического содержания, предпочтительно выполненных в едином масштабе;
- экологические атласы как единые по замыслу, внутренне целостные картографические произведения.

Основное содержание любой комплексной экологической карты — оценка современной ландшафтной структуры и свойств ландшафтов, имеющих важное значение для жизнедеятельности человека. Эти свойства, или факторы, определяются как экологически значимые, зависящие от особенностей самих ландшафтов и оцениваются с точки зрения их изменений. Многие исследователи в настоящее время разделяют мнение, что созданный таким образом тип карт наиболее полно характеризует изменение природных условий и систем жизнеобеспечения (геосистем) в пространственно-временном выражении.

Наметилось по крайней мере четыре *направления комплексного экологического картографирования* (Б. И. Кочуров, 2003).

Первое направление — создание карт, отображающих разделение территории на ландшафты, оценку степени благоприятности условий жизни населения и нарушенности ландшафтов. Основным объектом исследования является природный территориальный комплекс (ПТК), ранг и размеры которого определяются масштабом исследования. Отдельно на карте отмечают очаги и центры загрязнения среды, объемы и характер вредных выбросов. Такое направление экологического картографирования можно назвать *ландшафтно-экологическим*, его последовательно развивает А. Г. Исаченко (1990, 1993, 2003).

Существующие ландшафтные карты используются для оценки экологической обстановки в различных регионах. Однако многие природные ландшафты значительно изменились под влиянием человеческой деятельности и превратились в природно-антропогенные геосистемы, что приходится учитывать при экологическом картографировании. Кроме того, информация о состоянии среды накапливается в рамках административных единиц, границы которых не совпадают с границами ПТК.

Наиболее перспективно использование ландшафтно-экологического картографирования в целях оценки экологической ситуации в регионах нового освоения (например, север Западной Сибири), разработки планов экологически безопасного развития их территорий. Для таких регионов выбор в качестве объекта картографирования естественных ландшафтов представляется наиболее оправданным.

Второе направление комплексного экологического картографирования получило название *административно-экологического*. Объектом экологической оценки в этом случае являются административные территориальные единицы или их сочетание. Административно-экологическое картографирование широко применяется при оценке пространственных различий экологической обстановки на федеральном и региональном уровнях. Достоинство данного подхода — опора на достаточно обширную экологическую информацию и статистические данные. Недостатки выявляются при простом сопоставлении размеров территориальных операционных единиц (объектов картографирования) одного ранга. Например, на федеральном уровне Красноярский край (2401,6 тыс. км²) и республика Тыва (170,5 тыс. км²) формально представляют собой объекты картографирования одного ранга. Другой существенный недостаток данного подхода состоит в том, что значительные внутренние неоднородности объекта картографирования, связанные с дифференциацией природных условий и антропогенных воздействий, практически не учитываются при анализе экологического состояния административной территории на основе государственной статистики. Это приводит к искаженной и необъективной картине, особенно при использовании различных удельных показателей (т/км² или м³/чел.).

Для третьего направления экологического картографирования характерны почти полный отказ от составления интегральных комплексных карт и отображение максимально полной информации о территории (природно-ландшафтная дифференциация, антропогенная нагрузка, негативные изменения среды обитания и т. п.) на одной итоговой карте. При подобном подходе не приходится говорить об основном объекте картографирования, так как на одной карте одновременно показываются и объекты топографической основы, и природно-ландшафтные районы, и ареалы загрязнения территории. Данное

направление можно назвать *информационно-экологическим* картографированием. Этот подход, особенно при традиционном «бумажном» методе составления карт, не имеет особых перспектив развития. Как правило, невозможно всю первичную экологическую информацию отобразить в полном объеме на одной карте. Единственная перспектива этого направления — использование ГИС-технологий, позволяющих хранить и анализировать большие объемы разнообразной пространственно-временной информации и составлять по заданному алгоритму комплексные карты.

Четвертое, *проблемно-экологическое*, направление связано с разработкой карт экологических ситуаций, создаваемых с конца 80-х гг. XX в. для территорий бывшего СССР, России и ее отдельных регионов, стран СНГ и мира (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Карты экологических проблем и ситуаций, созданные в Институте географии РАН на рубеже XX—XXI вв.

Название	Годы	Масштаб
<i>Общенациональные карты (СССР, Россия, другие государства)</i>		
Природоохранные проблемы СССР	1988	1 : 8 000 000
Карта наиболее острых экологических ситуаций (СССР)	1989 — 1990	1 : 8 000 000
Экологические ситуации на территории СССР	1991	1 : 8 000 000
Карта экологических ситуаций в границах бывшего СССР	1992	1 : 8 000 000
Наиболее острые экологические ситуации на территории России и сопредельных государств (СССР)	1991 — 1996	1 : 25 000 000
Общая антропогенная нагрузка и экологические ситуации США	1991	1 : 7 500 000
Экологические проблемы мира	1991	1 : 50 000 000
Экологические ситуации Китая	1992	1 : 10 000 000
Риск возникновения чрезвычайных экологических ситуаций на территории России	1992	1 : 8 000 000
Районирование территории России по степени экологической напряженности	1992 — 1993	1 : 8 000 000
Состояние окружающей природной среды Российской Федерации	1996	1 : 8 000 000
Состояние окружающей природной среды Российской Федерации	1996	1 : 15 000 000
Экологическая карта России (состояние окружающей природной среды)	1999	1 : 8 000 000
Районирование территории России по экологической напряженности (экорегiónы России)	2000	1 : 20 000 000
Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации	2002	1 : 8 000 000
Карта экологических ситуаций Украины	1989 — 1991	1 : 2 500 000

Название	Годы	Масштаб
<i>Региональные карты</i>		
Экологические ситуации Аральского региона	1991	1 : 2 500 000
Экологические ситуации северных территорий России	1992	1 : 4 000 000
Экологические ситуации Амурской области	1993	1 : 1 500 000
Экологическая обстановка и экологическая опасность в 30-километровой зоне Ново-Воронежской АЭС	1992	1 : 130 000
Экологические ситуации центра европейской части России	1994	1 : 1 500 000
Карта использования и экологического состояния земель Судакского и Феодосийского районов Республики Крым	1994 — 1996	1 : 100 000
Природные условия и экологическая обстановка Тимано-Печорской нефтегазовой провинции	1995	1 : 2 500 000
Карта современного использования и экологического состояния земель Балезинского района республики Удмуртия	1996	1 : 100 000
Карта экологических районов юга Европейской России	1996	1 : 1 000 000
Геоэкологическая карта Астраханской области	2003	1 : 500 000

В основе этих карт лежит разделение территории на природные и природно-антропогенные ареалы (геосистемы), которые оцениваются по характеру и степени изменений экологически значимых природных свойств ландшафтов, важных для человека и его хозяйственной деятельности. Эти изменения, приводящие к экологическим проблемам, могут различаться степенью остроты (благоприятности или неблагоприятности) и создавать ту или иную экологическую ситуацию.

Таким образом, конкретное содержание экологической карты составляет отображение ареалов экологических ситуаций разной степени остроты с набором экологических проблем разной значимости или одной проблемы, но наиболее значимой. При хозяйственном воздействии на природу возникает, как правило, целый ряд негативных экологических изменений компонентов природы (загрязнение, деградация, нарушение и т.д.), которые взаимодействуют между собой, образуя экологическую ситуацию.

Ареалы экологических ситуаций имеют свои определенные границы, которые могут проводиться не только по степени остроты самих экологических ситуаций на определенной территории, но и в соответствии с границами природно-территориальных комплексов, ареалов землепользования, а также ареалов приоритетных экологических проблем. Выделение ареалов экологических ситуаций требует внимательного отношения и к выбору критериев и показателей оценки, и к выявлению природно-ландшафтной дифференциации тер-

ритории, и к определению дополнительных условий (природных, социально-экономических, этических и др.). Необходимо учитывать и конкретные задачи картографирования. При составлении карты экологических ситуаций основное внимание может быть сосредоточено на загрязнении окружающей среды или истощении природно-ресурсного потенциала, или на причинах отдельных экологических проблем.

Близкий подход использовался при создании карт экологических проблем природопользования стран Восточноевропейского региона масштаба 1 : 3 000 000 (главный редактор Т. Г. Нефедова, 1992). Объектом картографирования были проблемы, возникшие в результате природопользования. Критериями оценки проблем послужили изменения качества среды, количества и качества ресурсов. На цветовую основу карты, отображающую разнообразие землепользования, накладывали основные экологические проблемы, оцененные по трем уровням состояния (предкризисное, кризисное, катастрофическое), а также проблемы, связанные с загрязнением среды по трем градациям (среднее, сильное и очень сильное), другие нарушения природных комплексов и ареалы загрязнения среды. Ареалы проблем накладываются один на другой, но они не синтезированы, хотя и создают определенные территориальные сочетания. Отсутствие синтеза и генерализации карты вызывает трудности восприятия всего разнообразия проблем природопользования, карта перегружена информацией.

Если антропоцентрический принцип — это стержень, определяющий специфику комплексного экологического картографирования, то вторым существенным признаком данного типа карт является их «оценочность». Даже инвентаризационные карты распространения отдельных загрязнителей, составленные по материалам детальных натурных измерений, в неявном виде передают оценку загрязнения. Она выражается, во-первых, в выборе самого элемента, для которого составлена карта поля загрязнения, во-вторых, в разбиении количественной шкалы на ступени с учетом современного научного представления о пороговых рубежах.

Такое проблемно-экологическое (оценочное) направление позволяет выявить значительно более детальную картину пространственной неоднородности экологического состояния на федеральном и региональном уровнях по сравнению с другими направлениями экологического картографирования. Основная трудность его — недостаточная разработанность формальных методов определения границ картографируемых выделов (ареалов экологических проблем и ситуаций), связанная с объективными и субъективными факторами. К объективным факторам можно отнести неполноту информации о состоянии окружающей среды, несовпадение подходов при оценке экологического состояния отдельных компонентов ландшафта, разномасштабность и разновременность экологической информации. Субъективный фактор — выбор методов интегральной оценки экологической ситуации, которые могут меняться в зависимости от природных и социально-экономических характеристик территории и наличия необходимой информации.

Так как любая территория принадлежит определенному ландшафту, то оценивается в конечном счете природный или природно-антропогенный ландшафт, от свойств и состояния которого зависят важные для человека и одновременно уязвимые при антропогенных воздействиях средо- и ресурсовоспро-

изводящие функции. Оценка остроты экологической ситуации осуществляется последовательно, исходя из схемы взаимодействия общества и природы, в которой выделяют четыре блока: антропогенные воздействия → природа → изменения в природе → последствия. Каждый блок оценивают по определенным критериям и совокупности их показателей. К критериям относятся признаки, на основании которых оценивается среда жизнедеятельности человека, а к показателям — качественные и количественные выражения признаков.

Критерии оценки

Показатели

Антропогенные воздействия

Население (размещение, численность)

Плотность

Виды хозяйственной и иной деятельности (урбанизация и функционирование промышленных предприятий; разведка и разработка минерального сырья; богарное земледелие и т. д.)

Насыщенность и плотность; выбросы; степень нарушенности земель; доля распаханых земель; внесение удобрений и ядохимикатов; давление техники и т. п.

Степень (уровень) антропогенного (техногенного) воздействия

Природа

Компонентные критерии (атмосферные, водные, морфолитогенные, почвенные, биотические)

Влажность воздуха, почв; содержание гумуса; биологическая продуктивность и т. п.

Ландшафтные критерии (по отдельным компонентам и интегральные)

Индекс сухости; коэффициент разнообразия и т. п.

Природный потенциал ландшафтов (потенциал устойчивости; природно-ресурсный потенциал; экологический потенциал — необходимый для существования человека набор природных условий, например свет, тепло, воздух, питьевая вода, пища и т. п.)

Уровень устойчивости; степень самоочищения; ассимиляционный потенциал; способность к самовосстановлению; уровень воспроизводства; продуктивность; запасы природных ресурсов (мощность, площадь, емкость и т. п.)

Изменения в природе

Компонентные критерии (загрязнение воздуха, почв, вод; эрозия почв; дефляция; деградация почвенно-растительного покрова; истощение ресурсов — переруб лесов, дигрессия пастбищ и т. д.)

Концентрация вещества; величина смыва или сноса; коэффициент накопления; степень дигрессии и т. п.

Ландшафтные критерии (упрощение или усложнение структуры; изменение свойств и функционирования природной системы; истощение или потеря природного потенциала)

Степень разнообразия, упрощения, истощения и т. п.

Последствия

Социальные критерии (уровень и качество жизни)

Ухудшение условий жизни и качества продуктов

Антропоэкологические, или социально-медицинские, критерии (условия жизни и здоровье населения)

Экономические критерии

Интегральные эколого-экономические критерии

Острота экологической ситуации

Появление и увеличение числа заболеваний; смертность и снижение продолжительности жизни и т. д.

Ущерб и убытки хозяйству, издержки и т. п.

ВВП, «зеленый» ВВП; индекс развития человеческого потенциала; эко-услуги (экоблага); индекс устойчивого природопользования и т. п.

Катастрофическая; кризисная; критическая; напряженная; конфликтная; условно удовлетворительная

При выявлении наиболее острых экологических ситуаций требуется прежде всего обобщение очень большого количества картографических материалов. Выявление экологических ситуаций включают следующие этапы: 1) пространственная локализация экологических проблем; 2) установление перечня (набора) экологических проблем; 3) определение комбинаций (сочетаний) экологических проблем и отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты экологической ситуации. Таким образом, процессы выявления и картографирования экологических проблем и ситуаций оказываются взаимосвязанными и неделимыми.

Пространственная локализация экологических ситуаций определяется спецификой объекта картографирования и степенью информационного обеспечения. Так, точность проведения границ ареалов ситуаций зависит от уровня современных научных знаний, опирающихся на существующие технологии контроля среды, качества исходных материалов и квалификации разработчиков.

Перечень картографируемых проблем зависит от масштаба исследования. Чем мельче масштаб, тем более обобщенно формулируются проблемы, и на первое место выходят наиболее значимые. При укрупнении масштаба и работе на региональном уровне детализации появляются проблемы, присущие только данной территории. Для их выявления и оценки пороговых рубежей необходимо использовать данные региональных исследований и специальные шкалы. Вопрос отнесения полученного ареала с конкретным перечнем экологических проблем, выявленных на региональном уровне, к той или иной градации остроты строго не формализован.

В целом *последовательность разработки карт экологических ситуаций* включает пять этапов:

1) определение субъекта оценки и картографирования, масштаба исследования;

2) формулировка цели (постановка задачи, выбор критериев оценки);

3) определение основной операционной единицы и территориального кар-каса;

4) разработка оценочных шкал и оценка выделенных территориальных единиц по благоприятности их свойств для данного субъекта;

5) разработка картографической модели, знаковых систем, проектирование легенды, пояснительных текстов и т. п.

Выбор территориальной операционной единицы опирается на два вида районирования изучаемой территории:

- индивидуальное (выполняемое специально для данной карты);
- исходное (используется существующее районирование, например ландшафтное или административное).

В последнем случае оценка состояния среды проводится для территориальных единиц так называемого «жесткого» каркаса (ландшафтных выделов, контуров использования земель, бассейнов, административных единиц). При выборе индивидуального районирования оценочная процедура проводится последовательно: сначала определяется контурная сетка индивидуальных выделов, затем проводится оценка их экологического состояния.

Разработаны два алгоритма составления карт экологических ситуаций: при отсутствии необходимых количественных данных и при достаточном информационном обеспечении. Оба варианта предполагают представление исходной информации в виде одномасштабных карт. В первом случае используются аналитические (географические) экспертные оценки, во втором — метод формализованных оценок (Б. И. Кочуров, Н. А. Жеребцова, 1995).

Метод географических экспертных оценок позволяет наиболее точно решить две задачи: выявить экологические проблемы и определить их пространственную локализацию. Этот метод имеет следующие особенности:

- анализ должен проводить эксперт-географ или группа экспертов, хорошо знающих территорию и владеющих навыком обобщения информации в соответствии с выбранным масштабом;
- хорошие результаты дают карты обзорных и средних масштабов, но с привлечением количественных данных.

Выявление проблем происходит при сопоставлении уровней антропогенной нагрузки на данную территорию и потенциала устойчивости (самоочищения, рассеяния и т. п.) самой территории. Как правило, используются исходные карты, на которых отображены известные, уже выявленные, но не всегда имеющие точный пространственный адрес экологические проблемы. Пространственная локализация экологических проблем проводится экспертом-географом посредством экспертных оценок при весьма ограниченном объеме количественных данных. С помощью этого метода составлена, например, карта «Наиболее острые экологические ситуации СССР».

Для экспертных оценок необходимы карты природно-ландшафтной дифференциации, использования земель и плотности населения. Кроме них привлекаются материалы о распространении загрязнений, нарушении и деградации среды, аэрокосмические снимки, а также статистические и литературные данные.

Поскольку экологические проблемы вызваны антропогенным воздействием, связанным с характером использования территории, можно говорить о появлении конкретных проблем, сопровождающих отдельные виды землепользования. Причем один и тот же вид землепользования в разных геосистемах вызывает различные реакции. Например, на пашне ветровая эрозия (дефляция) возникает особенно часто в геосистемах с почвами, легкими по механическому составу.

Карта плотности населения также позволяет корректировать ареалы экологических проблем. Рубежи плотности населения характеризуют степень осво-

енности территории, ее антропогенную преобразованность, поэтому в отдельных случаях ареалы экологических проблем могут привязываться к ареалам карты плотности населения. Так, на малоосвоенных территориях севера России очаги повышенной плотности населения связаны с наличием определенного вида хозяйственного использования земель.

Для составления карт по *методу формализованных оценок* привлекаются показатели, имеющие количественное выражение, и ставится задача исключения экспертных оценок уже на начальном этапе выявления экологических проблем. Только на последнем этапе, при определении остроты экологической ситуации, вводятся географические экспертные оценки с элементами формализации. Так, при разработке карты экологических ситуаций Харьковской области использовались значения показателей, при которых возникает экологическая проблема. Например, эрозия оценивалась по выносу вещества, превышающему нормативные величины; загрязнение среды — по содержанию химических веществ, превышающему ПДК.

На примере Аральского региона как наиболее неблагоприятного в экологическом отношении может быть проиллюстрирован ход выявления, оценки и картографирования экологической ситуации. В 1991 г. авторским коллективом под руководством Н. Ф. Глазовского и Б. И. Кочурова составлена карта «Экологические ситуации Аральского региона» в масштабе 1 : 2 500 000 (рис. 9 цв.

Таблица 3.2

Экологические проблемы Аральского региона и степень их проявления

Индекс	Проблема	Степень проявления		
		сильная	средняя	слабая
Пх	Загрязнение почвогрунтов	Пх ³	Пх ²	Пх ¹
П _{Cl}	Засоление почв (хлоридное)	П _{Cl} ³	П _{Cl} ²	П _{Cl} ¹
П _{SO₄}	Засоление почв (сульфатное)	П _{SO₄} ³	П _{SO₄} ²	П _{SO₄} ¹
Пд	Дефляция почвогрунтов на орошаемых землях и неорошаемых землях	Пд ³	Пд ²	Пд ¹
Сд	Пылесолевая дефляция	Сд ³	Сд ²	Сд ¹
Пэ	Эрозия почв на орошаемых землях и неорошаемых землях	Пэ ³	Пэ ²	Пэ ¹
Эо	Овражная эрозия	Эо ³	Эо ²	Эо ¹
Эр	Русловая эрозия	Эр ³	Эр ²	Эр ¹
К	Активизация карстовых процессов	К ³	К ²	К ¹
Вх	Общее загрязнение поверхностных вод (химическое)	Вх ³	Вх ²	Вх ¹
Бв	Истощение рыбных ресурсов	Бв ³	Бв ²	Бв ¹
Бо	Потеря наземных охотничье-промысловых видов	Бо ³	Бо ²	Бо ¹
Бр	Снижение биопродуктивности кормовых и лекарственных растений	Бр ³	Бр ²	Бр ¹
Бэ	Возникновение эпизоотий	Бэ ³	Бэ ²	Бэ ¹
Дп	Деградация пастбищ	Дп ³	Дп ²	Дп ¹

вкл.). В процессе работы рассматривались только те присущие данному региону экологические проблемы, для которых существовали количественные данные, представленные главным образом в картографической форме. Каждая проблема имела три градации остроты: слабая, средняя и сильная. Для каждой экологической проблемы составлялась отдельная карта, на ней отображались контуры ареалов проявления этой проблемы с разной степенью остроты.

В результате исследования по имеющимся материалам были выделены экологические проблемы Аральского региона и определена степень их проявления (табл. 3.2). Оценка здоровья человека не осуществлялась ввиду отсутствия статистически достоверной информации по ареалам экологических проблем, а также по административным районам, областям и республикам Аральского региона. Оценивалось негативное влияние на здоровье человека изменений окружающей среды (загрязнения вод и почв).

Контуры ареалов отдельных экологических проблем, ранжированные по степени остроты этих проблем, были нанесены на картографическую основу. Путем картографического синтеза данных контуров с учетом карт ландшафтов, использования земель и плотности населения, отраслевых и других карт были определены контуры экологических ситуаций. Набор отдельных проблем в этих контурах представлен буквенными индексами, ранжированными по их значимости и по трем градациям в зависимости от степени проявления (слабая, средняя, сильная).

Оценка сочетания экологических проблем была проведена с учетом последствий, ведущих к снижению природно-ресурсного потенциала и активизации негативных природных процессов (табл. 3.3).

Для Аральского региона выявлено два типа территорий с экологическими ситуациями разной степени остроты, преимущественно ведущими:

- 1) к ухудшению здоровья человека;
- 2) к истощению и потере природно-ресурсного потенциала ландшафта.

Наибольшая острота экологических ситуаций возникает при сочетании, с одной стороны, сильного загрязнения почвогрунтов ядохимикатами и химического загрязнения поверхностных вод (Пх³, Вх³) и, с другой стороны, солевой дефляции, возникновения эпизоотий, истощения рыбных ресурсов, потери наземных охотничье-промысловых видов, снижения биопродуктивности кормовых и лекарственных растений (Сд³, Бэ³, Бв³, Бо³, Бр³).

Таблица 3.3

Региональная оценка остроты экологической ситуации в Приаралье

Степень остроты экологической ситуации	Возможные комбинации экологических ситуаций, приводящие	
	к снижению природно-ресурсного потенциала и активизации негативных природных процессов	к ухудшению здоровья населения
Катастрофическая	Сд ³ Бэ ³ Бв ³ Бо ³ Бр ³	Пх ³ Вх ³
Кризисная	П _{Cl} ² П _{Cl} ² П _{So4} ³ Сд ²	Пх ² Вх
Критическая	Эо ³ Эо ² Дп ³ Дп ² К ³ К ²	
Напряженная	Эо ¹ Дп ¹ Пэ ¹ П _{Cl} ¹	Пх ¹ Вх
Конфликтная	П _{So4} ¹ Сд ¹	

Пользователь данной карты имеет дело с картограммой, позволяющей определить для каждого контура количественные значения показателя по каждой из проблем и вес данного показателя. На этом количественный уровень оценки проблем заканчивается. Составитель карты знает складывающиеся сочетания проблем, силу их проявления, но не может выполнить количественную оценку остроты экологической ситуации. Оценочное суждение об остроте выявленных экологических ситуаций формирует второй информационный уровень.

Таким образом, картографирование экологических ситуаций предусматривает ряд строго последовательных действий и создание многолистной системы карт, обеспечивающей целенаправленную характеристику состояния природы, населения и хозяйства территории.

3.2. Характеристика экологических карт комплексного содержания

Все составленные до настоящего времени карты комплексного содержания, в том числе карты экологических ситуаций, имеют свои особенности, связанные как с масштабом исследования и своеобразием методических подходов, так и со спецификой картографируемой территории. Далее рассмотрены более подробно некоторые из таких карт.

Карта «Наиболее острые экологические ситуации СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1989) и *«Карта экологических ситуаций в границах бывшего СССР»* масштаба 1 : 8 000 000 (1992), созданные в Институте географии АН СССР коллективом авторов под руководством Б. И. Кочурова, являются одними из первых опытов комплексного экологического картографирования. Основной целью этих карт было выделение на территории бывшего СССР ареалов с наиболее неблагоприятными экологическими условиями, что представляло большой интерес не только для органов государственного управления, но и для широкой общественности. Каждая из наиболее острых экологических ситуаций показана на этих картах в виде ареала с набором буквенных индексов, обозначающих комплекс природоохранных (экологических) проблем, проявляющихся на данной территории. Буквенные индексы указывают на принадлежность экологической проблемы компоненту природы, естественному ресурсу или природной (природно-антропогенной) геосистеме, например: А — загрязнение атмосферы; В — загрязнение и истощение вод суши; П — химическое загрязнение почв; Н — комплексное нарушение земель и истощение недр и т. д. Выявление таких ареалов стало возможным в результате анализа и синтеза широкого набора картографических материалов и привлечения экспертных оценок.

Ниже приведено содержание легенды к карте «Наиболее острые экологические ситуации СССР».

Ареалы наиболее острых экологических ситуаций: весьма сложных с комплексом природоохранных проблем; сложных с двумя-тремя природоохранными проблемами; простых преимущественно с одной природоохранной проблемой (истощение и загрязнение вод суши, обезлесение и деградация лесов, эрозия почв, дефляция почв, комплексное нарушение земель и истощение недр при горных разработках, нарушение режима особо охраняемых природных территорий).

Индексы природоохранных проблем (в ареалах ранжированы по степени остроты и последствиям): А — загрязнение атмосферы (химическое, механическое, тепловое); В — истощение и загрязнение вод суши; Вш — загрязнение морей; Л — обезлесение (переруб лесов); Лд — деградация лесов под влиянием антропогенных воздействий; Д — деградация естественных кормовых угодий; Р — истощение рыбных ресурсов; Пэ — эрозия почв; Пд — дефляция почв; Пс — засоление почв; Пх — загрязнение почв (химическое); Эо — интенсивное оврагообразование; М — нарушение мерзлотного режима почвогрунтов; Н — комплексное нарушение земель и истощение недр (при горных разработках); У — утрата продуктивных земель (отчуждение сельскохозяйственных и лесных земель под застройку, водохранилища и др.); О — снижение и потеря природно-рекреационных качеств ландшафта; К — нарушение режима особо охраняемых природных территорий.

Распространение экологически неблагоприятных факторов (по превышению экологических норм и требований): ареал наибольшего истощения вод суши; водные объекты с повышенной минерализацией; сильно загрязненные участки морей; сильно загрязненные реки и водоемы; распространение радиоактивного загрязнения по цезию-137; кислые атмосферные осадки (по снежному покрову).

Границы территорий с экологически неблагоприятными процессами: северная граница распространения пыльных бурь; южная граница многолетней мерзлоты (сплошной и прерывистой).

Объекты с опасным уровнем загрязнения среды: города с наивысшим уровнем загрязнения среды (по ИЗА > 10); крупные животноводческие комплексы; АЭС.

Охраняемые природные территории: южная защитная зона притундровых лесов; заповедники и заказники.

Одним из наиболее значимых материалов, положенных на основу при разработке указанных экологических карт, была специально составленная исходная карта «Современное использование земель в СССР, 80-е годы XX в.» масштаба 1 : 8 000 000 (авторский оригинал 1987 г). На данной карте было отображено размещение на территории страны четырех основных групп использования земель, ранжированных по степени техногенного воздействия на природу. Землепользование — основной элемент, определяющий степень антропогенного преобразования природы, и первопричина возникновения экологических проблем. С помощью этой вспомогательной карты и карты природно-ландшафтной дифференциации достаточно объективно (в рассматриваемом масштабе) были выделены ареалы с различными уровнями антропогенной нагрузки.

На карте «Наиболее острые экологические ситуации СССР» индексы проблем внутри ареалов экоситуаций расположены в соответствии с их ранжированием по трем группам, зависящим от степени остроты влияния проблемы: 1) на условия жизни и здоровье человека; 2) ресурсно-хозяйственный потенциал территории; 3) генетическую сохранность природных ландшафтов (Б. И. Кочуров и др., 1989).

Среди ареалов выделяются территории, где на первое место выходят проблемы очень сильного загрязнения воздуха, вод и почв, непосредственно влияющие на жизнь человека (например, Приаралье, Поволжье, Кузбасс, Московский регион, Норильск и др.). Ряд значительных по площади территорий характеризуется потерей природно-ресурсного потенциала. Среди них Центральное Черноземье (эрозия, дегумификация), Северный Казахстан (дефляция), Калмыкия (дигрессия пастбищ) и др. К острым проблемам относятся и нарушение системы стока, несоблюдение охранного режима заповедников,

заказников, охраняемых лесов, которые оказались в непосредственной близости от индустриальных центров и регионов и испытывают техногенное воздействие.

Кроме того, на карте были дополнительно показаны общие ареалы распространения некоторых экологически неблагоприятных факторов (истощения вод суши, загрязнения вод рек и морей, радиоактивного загрязнения, распространения кислотных атмосферных осадков). Отмечены также границы территорий, где распространены такие экологически неблагоприятные процессы, как пыльные бури и многолетняя мерзлота. Нанесены объекты с высоким риском загрязнения среды — города, крупные животноводческие комплексы, площадки АЭС.

Что касается более поздней «Карты экологических ситуаций в границах бывшего СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1992), то ее содержание было существенно дополнено, хотя основные узлы экологических проблем и ситуаций оставались прежними, поскольку динамика уже сложившейся экологической обстановки на территории достаточно устойчива на протяжении десятилетий. На этой карте ареалы экологических ситуаций выделялись по набору проблем и обозначались цветом по 4 градациям их остроты. Ниже приведен перечень основных экологических (природоохранных) проблем, отраженных на карте.

I группа — проблемы, влияющие на качество экологического потенциала, т.е. условия жизни населения: А — загрязнение атмосферы (химическое, механическое, тепловое, шумовое, электромагнитное и др.); А_S — выпадение сульфатной серы (А_S¹ — до 0,25 т/км² в год; А_S² — 0,25—0,5 т/км² в год; А_S³ — 0,5—1,0 т/км² в год; А_S⁴ — 1,0—2,0 т/км² в год; А_S⁵ — более 2 т/км² в год); А_N — выпадение суммарного азота (А_N¹ — до 0,3 т/км² в год; А_N² — 0,3 т/км² в год; А_N³ — 0,3—0,7 т/км² в год; А_N⁴ — 0,7—1,5 т/км² в год; А_N⁵ — более 1,5 т/км² в год); В — загрязнение вод суши; Вгр — загрязнение грунтовых вод (наличие токсичных химических элементов в концентрациях, превышающих санитарно-гигиенические нормы); Вп — загрязнение поверхностных вод (по ИЗВ: Вп^I — 1—2,5; Вп^{II} — 2,5—4; Вп^{III} — более 4); Вш — загрязнение прибрежных морских вод; Пх — химическое загрязнение почв; Ох — опасность выпадения кислотных атмосферных осадков; R — опасность радиоактивного загрязнения территории (наличие радиационно опасных объектов).

II группа — проблемы, связанные с истощением и утратой элементов природно-ресурсного потенциала: Г — нарушение режима стока (водохранилища, заболачивание, осушение и др.); Гх — нарушение гидрохимического режима вод суши; Ви — истощение вод суши (уменьшение естественной водообеспеченности); Л — обезлесение (перерубы лесов); Лд — деградация лесных массивов (смена пород, гари, вредители и др.); Д — деградация естественных кормовых угодий; Р — истощение рыбных ресурсов; Фа — истощение промысловой фауны; Фл — истощение промысловой флоры; Фм — истощение запасов моллюсков; Пг — понижение естественного плодородия почв (дегумификация: Пг¹ — 0,10—0,19 т/га в год; Пг² — 0,20—0,29 т/га в год; Пг³ — 0,30—0,39 т/га в год; Пг⁴ — 0,40—0,59 т/га в год; Пг⁵ — более 0,60 т/га в год); Пэ — ускоренная эрозия почв (Пэ¹ — 5—15 т/га в год; Пэ² — 15—30 т/га в год; Пэ³ — 30—60 т/га в год; Пэ⁴ — 60—75 т/га в год; Пэ⁵ — 75—150 т/га в год); Пд — дефляция почв (иссушение и развевание: Пд¹ — до 5 м³/га в сутки; Пд² — 5—20 м³/га в сутки; Пд³ — 20—30 м³/га в сутки; Пд⁴ — 30—50 м³/га; Пд⁵ — более 50 м³/га в сутки при скорости ветра 50—10 м/с); Пп — остаточное пестицидное загрязнение почв (Пп^I — до 1,0 ПДК; Пп^{II} — 1,0—1,5 ПДК; Пп^{III} — 1,5—2,0 ПДК); Пс — вторичное засоление почв; О — снижение и потеря природно-рекреационных качеств ландшафта.

Таблица 3.4

Воздействие промузлов на окружающую среду (по М. П. Ратановой)

Тип воздействия на среду	Степень воздействия (суточный выброс в атмосферу, тыс. т; суточный сброс вод, тыс. м ³)			
	Очень сильное (1; 2)	Сильное (0,5—1; 1—2)	Среднее (0,2—0,5; 0,5—1)	Слабое (0,2; 0,5)
Комплексное				
Преимущественно на атмосферу				
Преимущественно на воды				
Преимущественно на геолого-геоморфологическую основу ландшафта				

III группа — проблемы, приводящие к изменениям естественного состояния и нарушению природных геосистем: Эо — интенсивное оврагообразование (антропогенно обусловленное); Б — разрушение морских берегов (ускоренная абразия); К — интенсификация карстовых процессов (антропогенно обусловленная); М — нарушение мерзлотного режима почвогрунтов; Н — комплексное нарушение и истощение недр (при горных разработках, добыче нефти и других видов минерального сырья, индекс удельного объема отвалов: Н¹ — 1,0; Н² — 3,0; Н³ — 6,0; Н⁴ — 9,0; Н⁵ — 12,0); Нд — комплексное нарушение донных морских экосистем; Пдт — подтопление земель (антропогенно обусловленное); У — утрата биопродуктивности земель (отчуждение сельскохозяйственных и лесных земель под застройку, водохранилища и т. п.); Т — нарушение режима особо охраняемых природных территорий (заповедников, заказников, памятников природы и др.); Брз — опасность уменьшения биоразнообразия природных ландшафтов; Ру — нарушение речных русел и пойм.

Были также введены более детальные обозначения промузлов и других экологически значимых объектов и явлений (табл. 3.4, рис. 10 цв. вкл.). Таким образом вся территория бывшего СССР получила достаточно полную характеристику с точки зрения экологической обстановки. И именно в силу своей информационной полноты указанная экологическая карта послужила своего рода ориентиром и основой при дальнейших разработках картографических произведений общенационального и регионального уровня. В создании этих карт самое активное участие принимали сотрудники ИГ РАН — авторы первоначальных вариантов экологической карты СССР (1989, 1992).

Карта «Состояние окружающей природной среды Российской Федерации» масштаба 1 : 8 000 000 создана в Институте географии РАН в 1996 г. Она содержит сравнительную оценку состояния природной среды России, измененной в результате хозяйственной и другой деятельности человека. Карта дает информационную основу для принятия решений в целях обеспечения устойчивого и экологически безопасного хозяйственного развития страны с учетом природно-ресурсного потенциала, а также для разработки региональной эко-

логической политики, определения приоритетных экологических проблем, правильного их решения и своевременного предупреждения.

На карте представлены два информационных блока: оценочный и инвентаризационный.

Оценочный блок составляет основное содержание карты и включает границы ареалов экологических ситуаций, набор экологических проблем в ареале, показанных индексами, и характеристику остроты экологических ситуаций (цветовой фон на карте). Кроме того, он включает оценку экологической ситуации по качеству вод (цветные линии вдоль рек).

Инвентаризационный блок показывает некоторые элементы современной окружающей среды как наиболее опасные с экологической точки зрения, так и наиболее ценные. Он регистрирует наличие, локализацию и состояние природных и хозяйственных объектов и неблагоприятных экологических явлений, важных для понимания особенностей формирования экологической обстановки на той или иной территории. Блок включает также реальное распространение загрязнений по территории России, местоположение наиболее опасных объектов воздействия на среду и ценных природных объектов, формирующих экологический каркас территории.

В основу оценки положен тот же антропоцентрический подход, который использовался в ранее созданных картах. В качестве критериев оценки были использованы показатели качества среды, имеющие негативные последствия для здоровья человека, для хозяйства региона или страны в целом, для природных геосистем, образующих экологический каркас территории. По результатам оценки состояния окружающей природной среды выявлены ареалы негативных экологических ситуаций, показанные на карте цветом, и формирующие их экологические проблемы, обозначенные индексами.

В качестве основы для выявления природно-ландшафтной дифференциации территории и отбора экологически значимых природных свойств отдельных геосистем была использована карта «Ландшафты СССР» масштаба 1 : 4 000 000 под редакцией А. Г. Исаченко, а также карты отдельных природных компонентов и многочисленные литературные источники, содержащие характеристику основных физико-географических параметров территории.

При рассмотрении антропогенной нагрузки на геосистемы особое внимание было уделено структуре использования земель. В качестве основного материала использовалась уже имевшаяся карта «Современное использование земель СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1987), дополненная данными с карты «Земельные угодья СССР» масштаба 1 : 4 000 000, подготовленной в МГУ и изданной в 1991 г.

Все виды использования земель, выявленные в пределах России, были рассмотрены по интенсивности их технического влияния на природу, исходя из единой схемы: от минимальной — на неиспользованных и природоохранных территориях, до предельной — в промышленных центрах, включающих предприятия энергетики, черной и цветной металлургии, химии, нефтехимии и т. п.

Для отображения на карте был составлен перечень экологических проблем, наиболее характерных для территории России. С учетом основной антропоцентрической направленности карты и принятых критериев оценки окружающей природной среды (здоровье человека, хозяйственная деятельность человека,

природная среда обитания человека) все экологические проблемы разделены на три группы. В соответствии с этим делением проводилась и сравнительная оценка остроты выявленных ареалов экологических ситуаций с использованием интегральной шкалы, состоящей из трех автономных шкал, характеризующих последствия изменений состояния окружающей природной среды на данной территории по трем признакам:

- 1) изменение санитарно-гигиенической обстановки, ведущее к ухудшению здоровья населения (загрязнение атмосферы, вод, почв);
- 2) истощение и утрата естественных ресурсов, поддерживающих хозяйственную деятельность;
- 3) нарушение сохранности и целостности природных геосистем, составляющих экологический каркас территории.

При этом использованы три основные градации остроты экологических ситуаций: очень острая (состояние природных элементов окружающей среды оказывает негативное влияние на здоровье человека, естественные ресурсы и природные ландшафты существенно деградированы), умеренно острая (не оказывает существенного негативного влияния на здоровье человека, естественные ресурсы подвержены деградации). Четвертая градация — фоновая, означающая относительно благоприятную экологическую ситуацию (на здоровье человека не влияет, естественные ресурсы и природные ландшафты не нарушены).

Поскольку выявленные ареалы в силу генерализации представляют собой мозаику (сочетание) более мелких выделов, различающихся иногда по уровню остроты, то оценка остроты экологической ситуации в целом выполнялась экспертно с учетом принципа приоритетности проблем в ареале, площади их проявления, значимости их последствий, а также с учетом обзорного масштаба самой карты.

Переход на более крупный масштаб картографирования и наличие инструментальных данных об экологически неблагоприятных процессах и явлениях позволяет значительно уточнить и дифференцировать размеры и конфигурацию обобщенных ареалов, представленных на такой карте.

Карта «Состояние окружающей природной среды Российской Федерации», составленная в 1996 г., использована при создании карты «Экологические проблемы России» масштаба 1 : 5 000 000 для общеобразовательных учреждений (подготовлена к изданию в 2005 г.) (рис. 11 цв. вкл.) и может рассматриваться как очередная ступень в разработке методов комплексного экологического картографирования.

«*Эколого-географическая карта Российской Федерации*» масштаба 1 : 4 000 000 выполнена Географическим факультетом МГУ совместно с Институтом географии СО РАН и НИИ географии СПбГУ. Карта составлена по данным 1994—1995 гг., издана в 1996 г. (рис. 12 цв. вкл.).

По мнению А. Г. Исаченко (2003), качество среды обитания определяется двумя категориями факторов — природными и техногенными, поэтому и содержание карты имеет двуплановый характер. Первый план — в виде красочного качественного фона — составляет характеристика природных экологических условий (экологический потенциал ландшафтов). Второй план карты — техногенная составляющая экологической среды, он включает различные показатели, которые в целом могут быть разделены на две основные группы.

Первую группу составляют фоновые нарушения природной среды, связанные с хозяйственным использованием земель (отображаются с помощью разноцветных штриховок):

- обрабатываемые земли с выделением орошаемых, осушенных, подвергающихся интенсивной химизации, смыву, линейной эрозии, дефляции;
- нарушенные лесные угодья с преобладанием молодняков, свежих вырубок, гарей;
- нарушенные естественные кормовые угодья;
- прочие нарушенные земли, в том числе и при горных разработках, если масштаб позволяет оконтурить их действительные площади.

Вторая группа — очаги техногенного воздействия на природную среду:

- урбанизация (все городские поселения с разбивкой на 5—6 градаций по числу жителей);
- основные центры загрязнения поверхностных вод (в виде локализованных структурных диаграмм, радиус которых соответствует объему выбросов, с разбивкой на секторы, обозначающие относительный вклад главных источников, например энергетики, черной и цветной металлургии, целлюлозно-бумажной промышленности и др.);
- основные центры загрязнения атмосферы (локализованные структурные диаграммы, аналогичные предыдущим, причем центры загрязнения вод и атмосферы обозначаются при пунсоне населенного пункта, снизу и сверху от него);
- нарушение земель в результате добычи полезных ископаемых — нефти и газа, открытой добычи угля, железной руды, минеральных строительных материалов, подземной добычи угля, разработки торфяников (на мелкомасштабных картах эти показатели, как правило, отражают немасштабными значками, по мере увеличения масштаба появляется возможность выделить подлинные контуры);
- загрязнение рек и водоемов (наиболее сильно загрязненные реки обозначаются не синей линией, а, например, коричневой);
- загрязнение почв вдоль главных транспортных магистралей (обозначается цветными линиями);
- потенциальные источники экологической опасности (атомные электростанции, нефте- и газопроводы).

На карте оказалось целесообразным показать и границы охраняемых территорий (заповедников, заказников, национальных и природных парков).

Карта «Экологические ситуации центра европейской части России» выполнена в масштабе 1 : 1 500 000 в Институте географии РАН (1993). Работы по комплексной оценке и картографированию экологического состояния центральной части Европейской России были проведены в рамках Государственной научно-технической программы «Глобальные изменения природной среды и климата» и имели своей целью более детальное выявление ареалов экологического неблагополучия в староосвоенных и густонаселенных районах страны. Эти разработки базировались на компонентно-проблемном оценочном подходе, позволившем достаточно детально отразить региональную специфику современной экологической обстановки изучаемого региона, который отличается очень высокой степенью антропогенизации природных ландшафтов.

Региональная специфика определила и основные подходы к характеристике экологических проблем и ситуаций данного региона, и отбор показателей, и

принципы их подачи на обзорной карте, отразившей современную достаточно сложную экологическую обстановку в центре европейской части России.

На этой территории, характеризующейся мощными промышленными узлами, большими площадями сельскохозяйственных угодий, сложными внутренними и транзитными транспортными связями, высокой плотностью населения, выделены ареалы условно удовлетворительных, конфликтных, напряженных, кризисных и катастрофических экологических ситуаций.

Каждый ареал экологической ситуации определен, прежде всего, по экологическим (антропоэкологическим) проблемам, представляющим непосредственную опасность для здоровья населения. К ним относятся загрязнение воздуха, воды, почв, загрязнение территории радионуклидами. Эти собственно экологические проблемы согласно количественным характеристикам имеют три степени проявления: слабую, среднюю и сильную, и в пределах контуров ареалов складываются в различные сочетания.

На карте приведены также количественные и экспертные оценки эколого-ресурсных проблем, в частности эрозии почв, оврагообразования, нарушения земель, преобразованности лесов. Острота экологических ситуаций определялась экспертным путем на основе степени проявления различных проблем, прежде всего собственно экологических (антропоэкологических), их сочетания и совместного влияния (синтеза).

Эколого-ресурсные проблемы рассматривались как вспомогательные, корректирующие итоговую оценку остроты ситуации.

Разделение экологических проблем на собственно антропоэкологические и эколого-ресурсные позволило провести общую экологическую оценку территории с двух позиций. Были выявлены сочетания проблем, обусловившие возникновение кризисной ситуации с точки зрения проживания населения при слабо измененном природно-ресурсном потенциале. Индекс экологических ситуаций записывался в виде дроби: в числителе — наиболее значимые экологические проблемы, в знаменателе — эколого-ресурсные проблемы.

Ниже приведена легенда, раскрывающая содержание карты «Экологические ситуации центра европейской части России».

Экологические ситуации по сочетанию лимитирующих проблем с учетом эколого-ресурсных (цветовой качественный фон): относительно удовлетворительные; конфликтные; напряженные; кризисные; катастрофические.

Деградация эколого-ресурсного потенциала по соотношению проблем разного ранга (фоновая штриховка): слабая; средняя; сильная.

Наиболее значимые экологические проблемы по влиянию на здоровье человека (буквенные индексы):

– загрязнение атмосферы — суммарные выбросы вредных веществ, тыс. т/(км² · год): А₁ — слабое (до 7,0), А₂ — среднее (7,1—35,0), А₃ — сильное (35,1—60,0);

– загрязнение поверхностных вод — по кратности разбавления сточных вод: В₁ — слабое (более чем в 20 раз), В₂ — среднее (в 10—20 раз), В₃ — сильное (менее чем в 10 раз);

– комплексное химическое загрязнение почв по двукратному превышению фоновому уровню — площадь в пределах экологических выделов, %: Пх₁ — слабое (менее 25), Пх₂ — среднее (26—50), Пх₃ — сильное (более 50);

– фторидное загрязнение почв — по общей нагрузке фтора на пахотные земли в составе удобрений, кг/(га · год): Пф₁ — слабое (2—4), Пф₂ — среднее (4—6), Пф₃ — сильное (более 6);

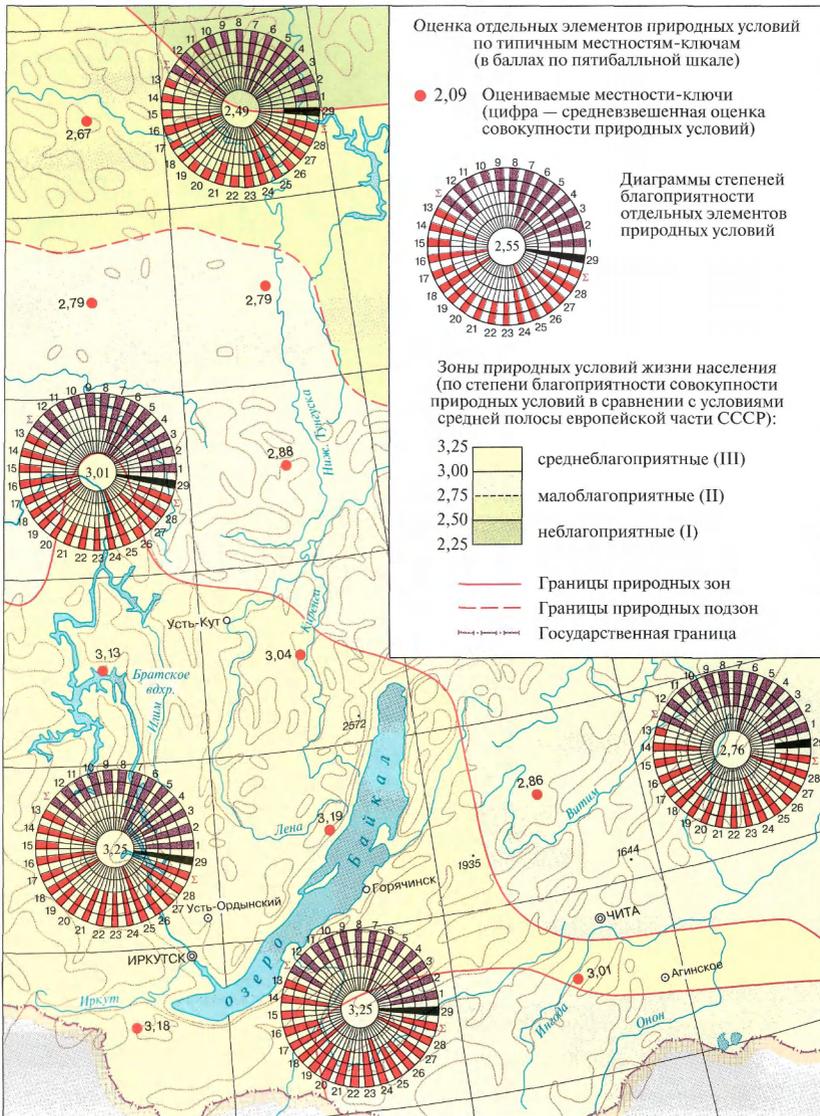


Рис. 1. Фрагмент карты «Оценка природных условий жизни населения СССР» (по О. Р. Назаревскому, 1984). Обозначения степеней благоприятности отдельных элементов природных условий см. в тексте

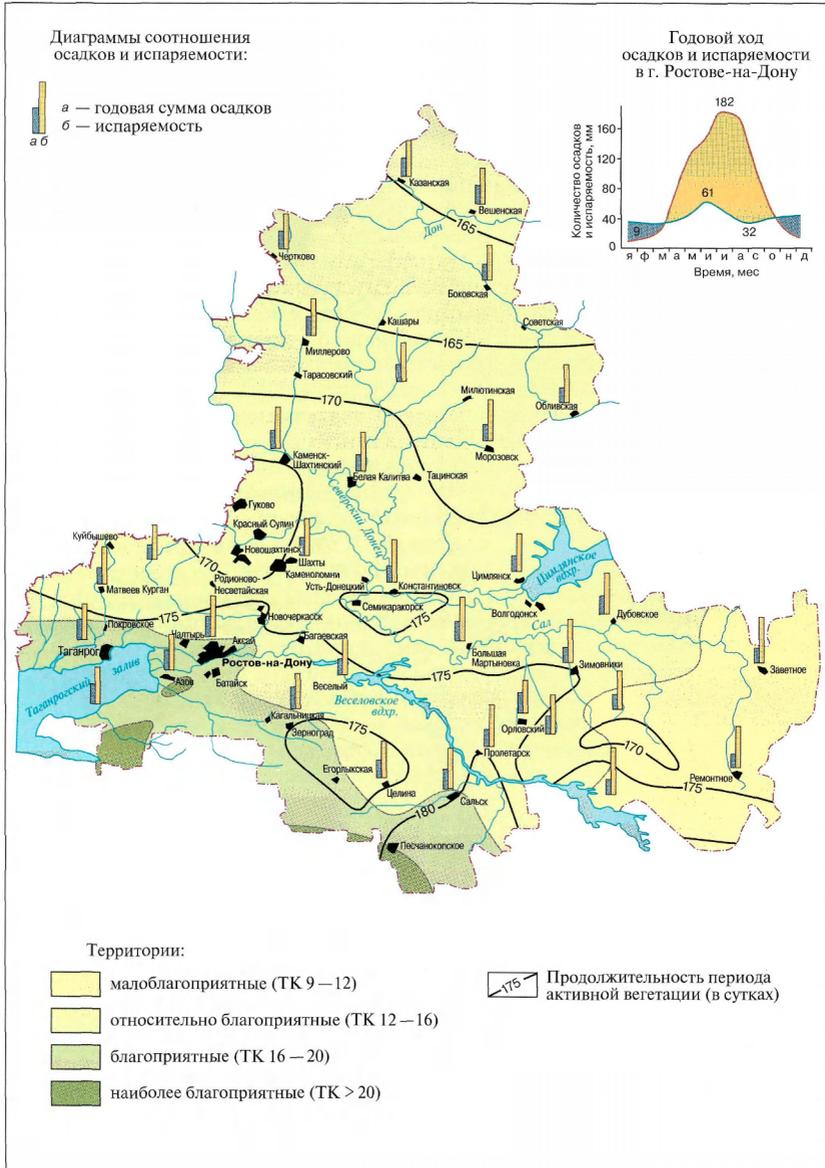


Рис. 2. Экологический потенциал природных ландшафтов Ростовской области (из экологического атласа Ростовской области, 2000)

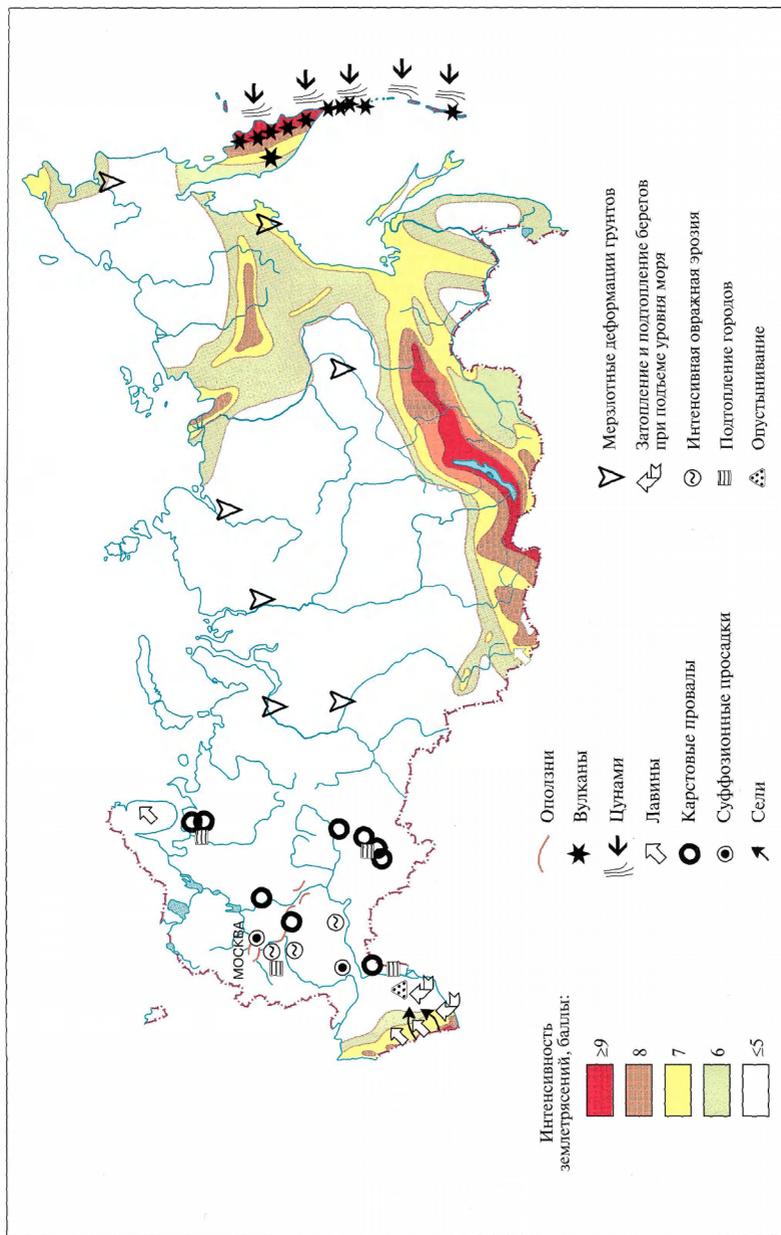


Рис. 3. Опасные природные процессы и явления (по С. А. Ушакову и др., 2001)

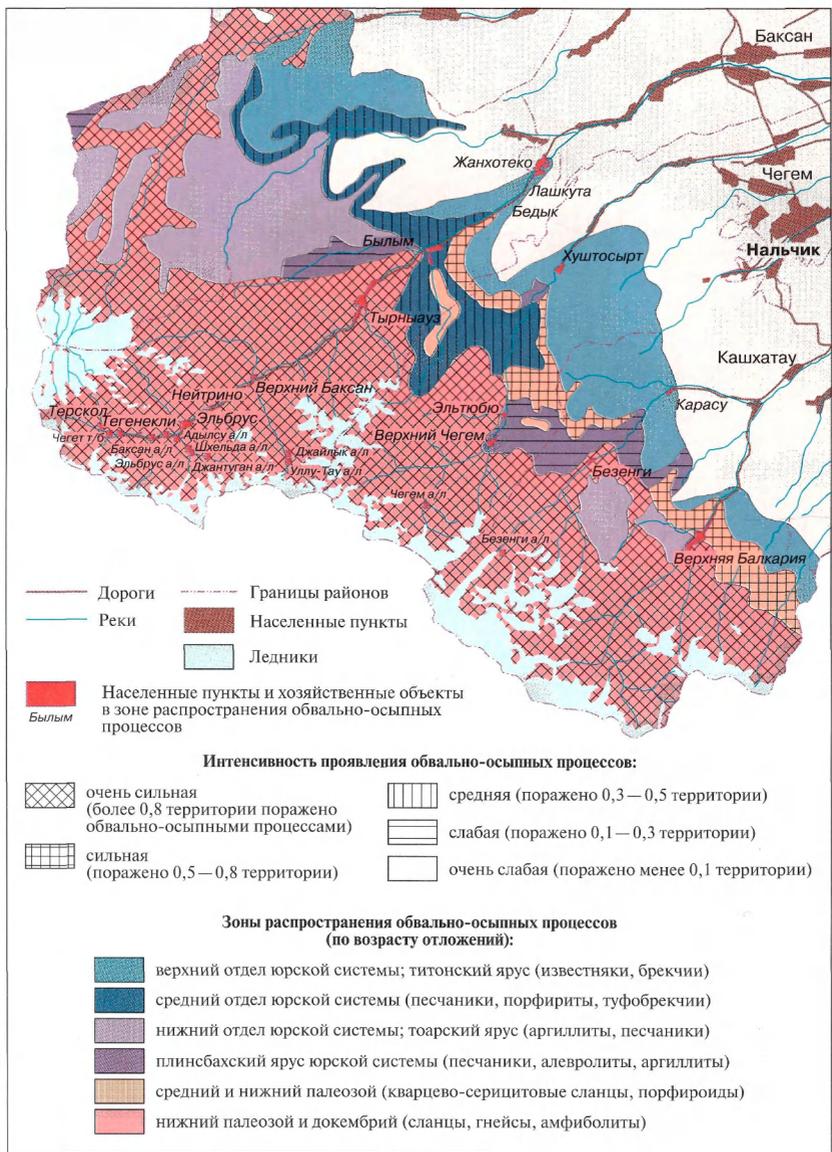


Рис. 4. Фрагмент карты «Обвально-осыпные процессы на территории Кабардино-Балкарской Республики» (из атласа природных опасностей и стихийных бедствий Кабардино-Балкарской Республики, 2001)

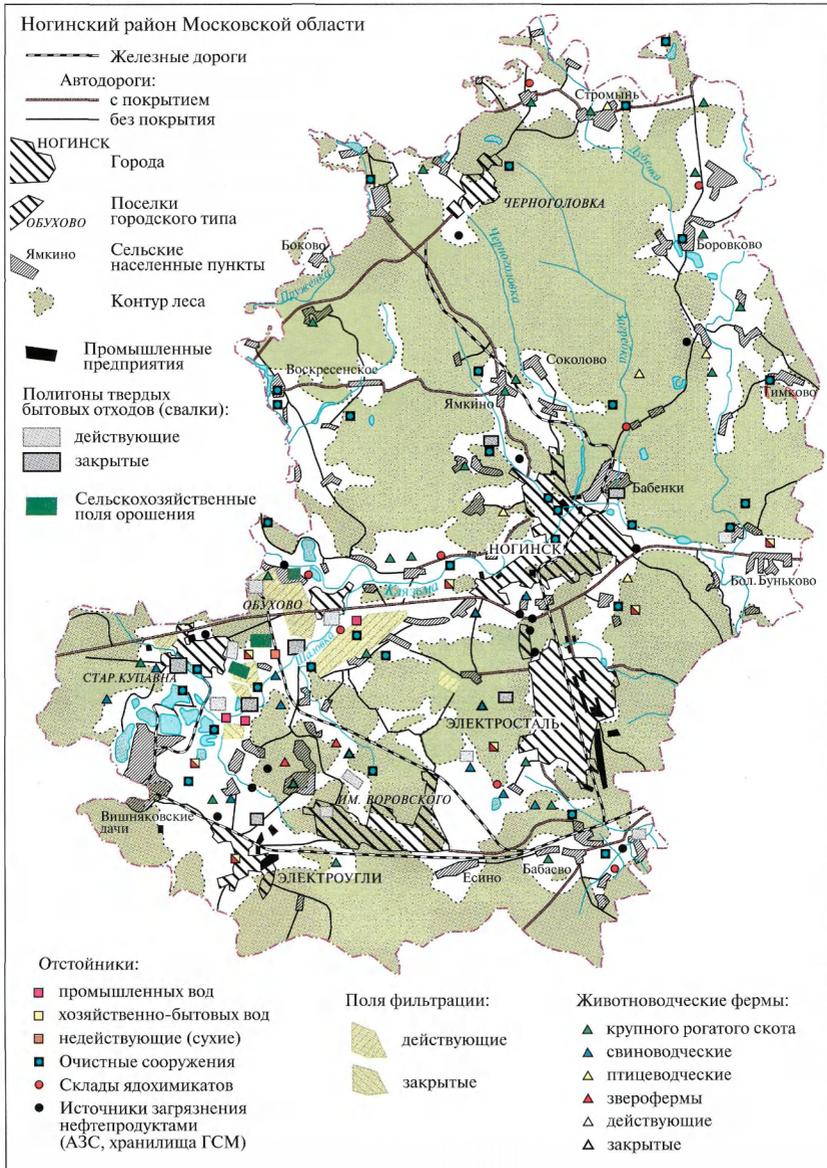


Рис. 5. Комплексная нагрузка на подземные воды (источники загрязнения, промышленная и селитебная застройки) (по В. Т. Жукову и др., 1994)

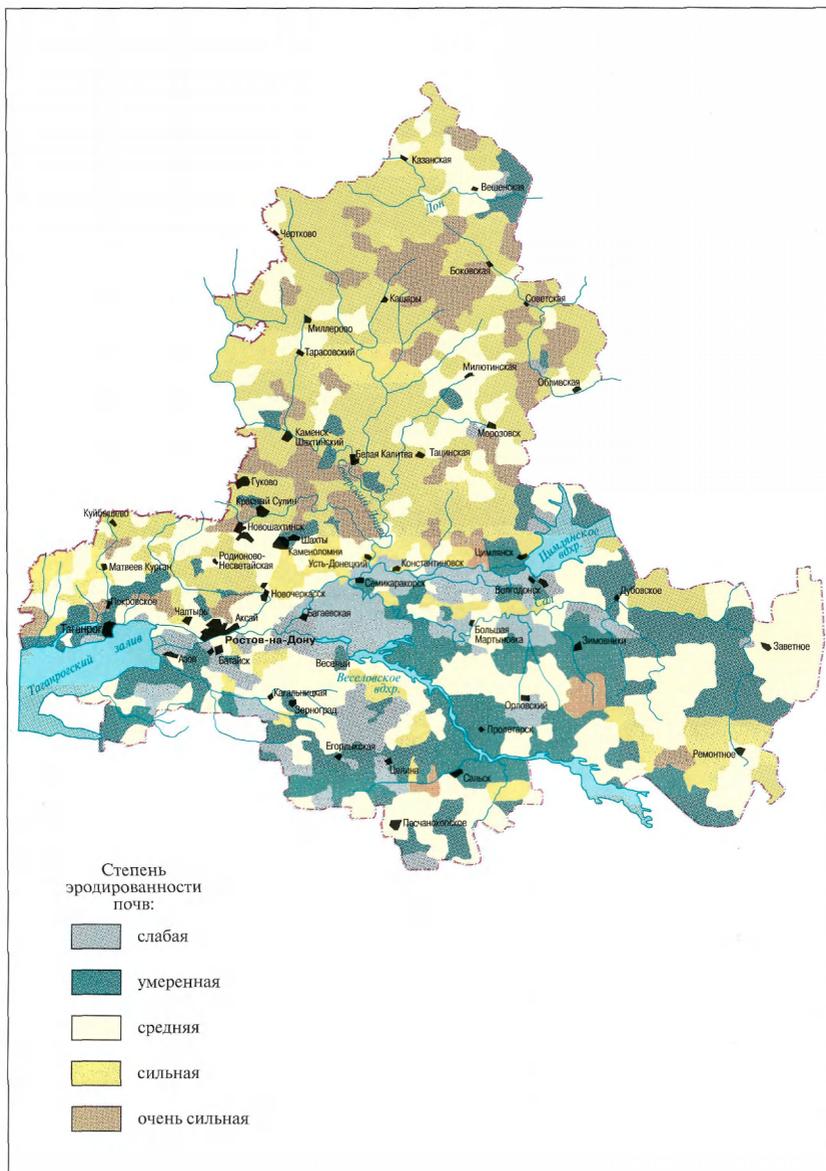


Рис. 6. Водная эрозия почв на территории Ростовской области (из экологического атласа Ростовской области, 2000)

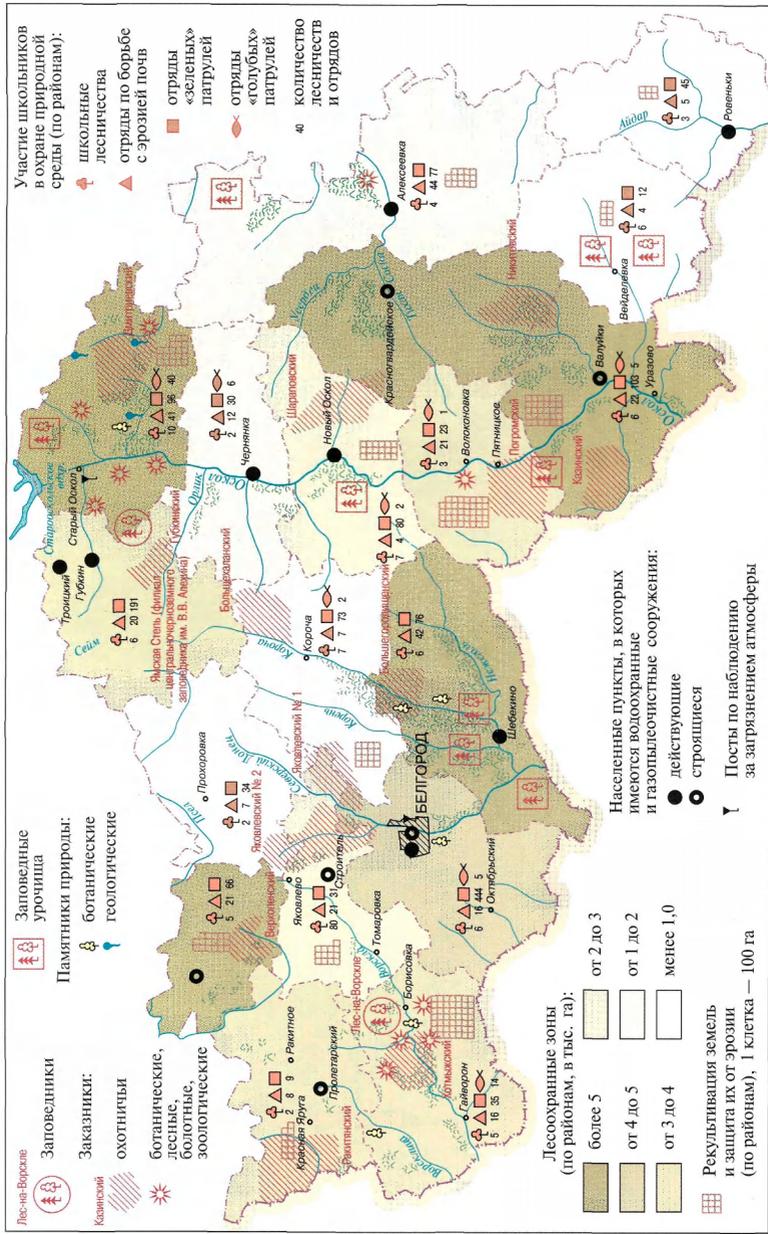


Рис. 8. Охрана природной среды и экологический каркас территории Белгородской области (из атласа Белгородской области, 1982, с. изм.)

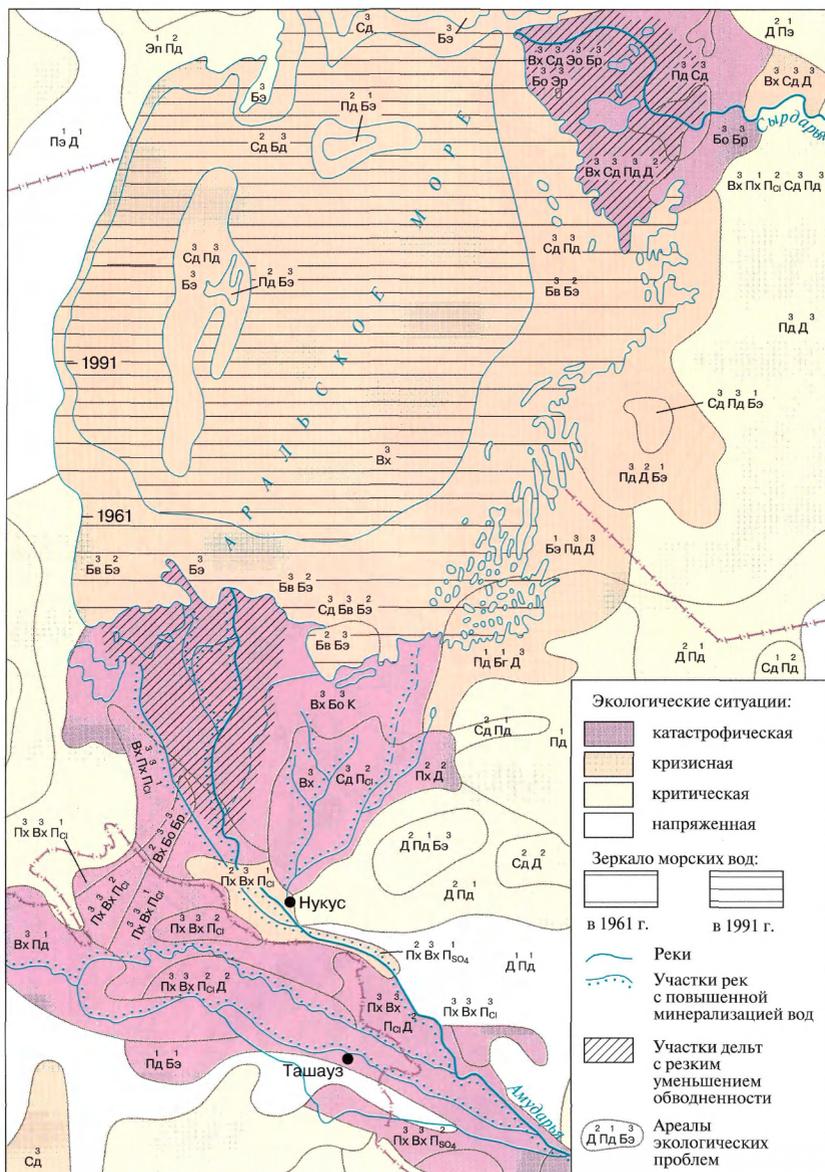


Рис. 9. Фрагмент карты «Экологические ситуации Аральского региона» (1991).
Обозначения экологических проблем см. в тексте

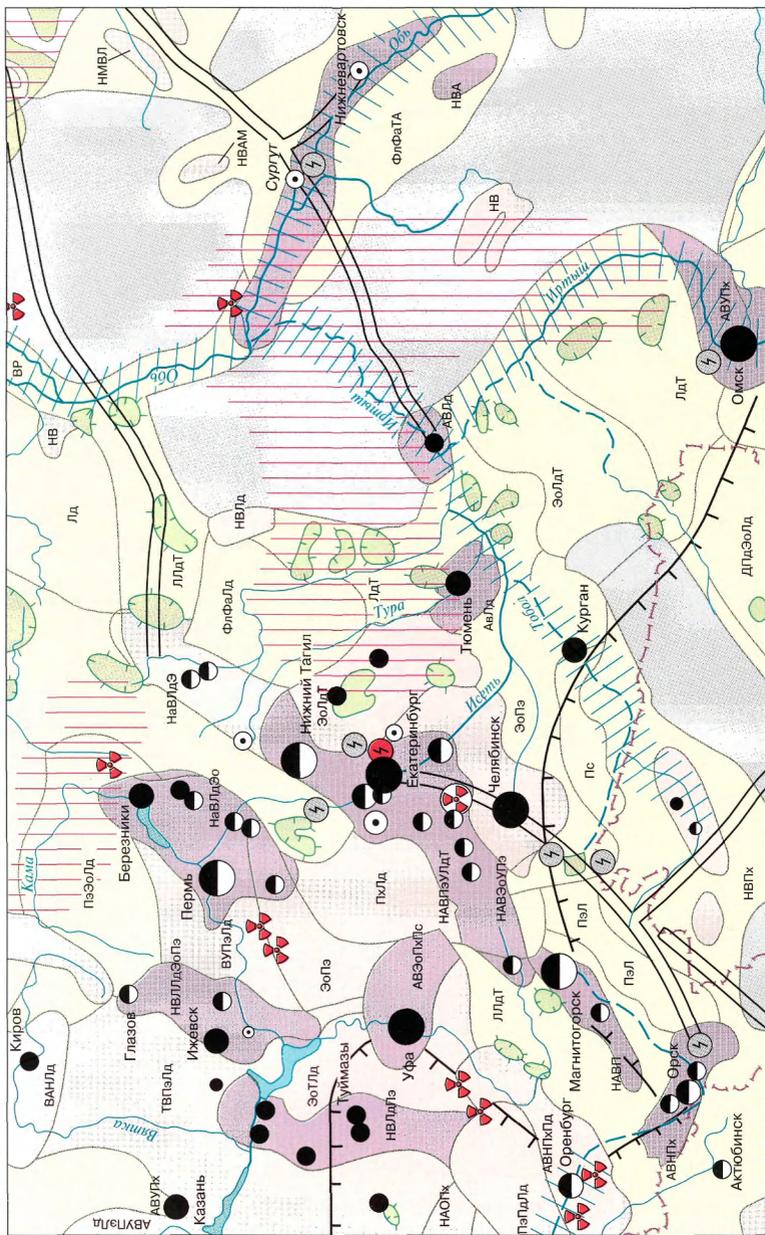


Рис. 10. Фрагмент карты экологических ситуаций в границах бывшего СССР (1992).
 Обозначения промузлов и экологических проблем см. в тексте

АВН

Ареалы экологических ситуаций (по набору проблем)

Экологические ситуации (по остроте проявления):

-  очень острые
-  острые
-  умеренно острые
-  острота экологических ситуаций не определялась
-  Кислые атмосферные осадки (по снежному покрову, 1988)

Истощение водных ресурсов:

-  слабое (до 0,5 ПДЭ)

Реки:

-  умеренно загрязненные (от 1 до 10 ПДК)
-  сильно загрязненные (более 10 ПДК)
-  Северная граница распространения пыльных бурь природного и антропогенного характера

Объекты — источники повышенной экологической опасности:

-  транспортные коридоры (магистральные нефте- и газопроводы, автодороги, линии железных дорог)
-  крупные ТЭЦ
-  действующие АЭС
-  места проведения подземных ядерных взрывов хозяйственного значения
-  местонахождение предприятий по хранению и переработке радиоактивных отходов или имеющих атомные установки
-  Воздействие промузлов на окружающую среду
-  Крупные заповедники, заказники и пр.

Условные обозначения к рис. 10

Экологические проблемы:

-  загрязнение атмосферы (химическое, механическое, тепловое)
-  истощение и загрязнение поверхностных вод суши
-  загрязнение почв (химическое)
-  понижение и утрата плодородия почв
-  деградация лесных массивов (вырубки, пожары, вредители)
-  истощение рыбных ресурсов
- комплексное нарушение земель и истощение недр горными разработками
-  разрушение слоя многолетней мерзлоты
-  интенсивное оврагообразование
-  уменьшение биоразнообразия растительного и животного мира
-  нарушение режима охраняемых природных территорий
-  снижение и потеря природно-рекреационных качеств ландшафта
-  утрата продуктивных земель (застройка сельскохозяйственных и лесных угодий)
-  ареалы экологических ситуаций (последовательность условных знаков соответствует значимости экологических проблем внутри ареала)

Распространение загрязнений:

-  загрязненные участки рек
-  загрязненные озера, водохранилища и участки морей

Комплексные экологические ситуации:

-  благоприятная
-  умеренно острая
-  острая
-  очень острая

Объекты повышенной экологической опасности:

-  центры добычи полезных ископаемых с преимущественным воздействием на литосферу
-  промышленные населенные пункты с комплексным воздействием на природные среды (атмосферу, воду и почвы)
-  места захоронения радиоактивных отходов

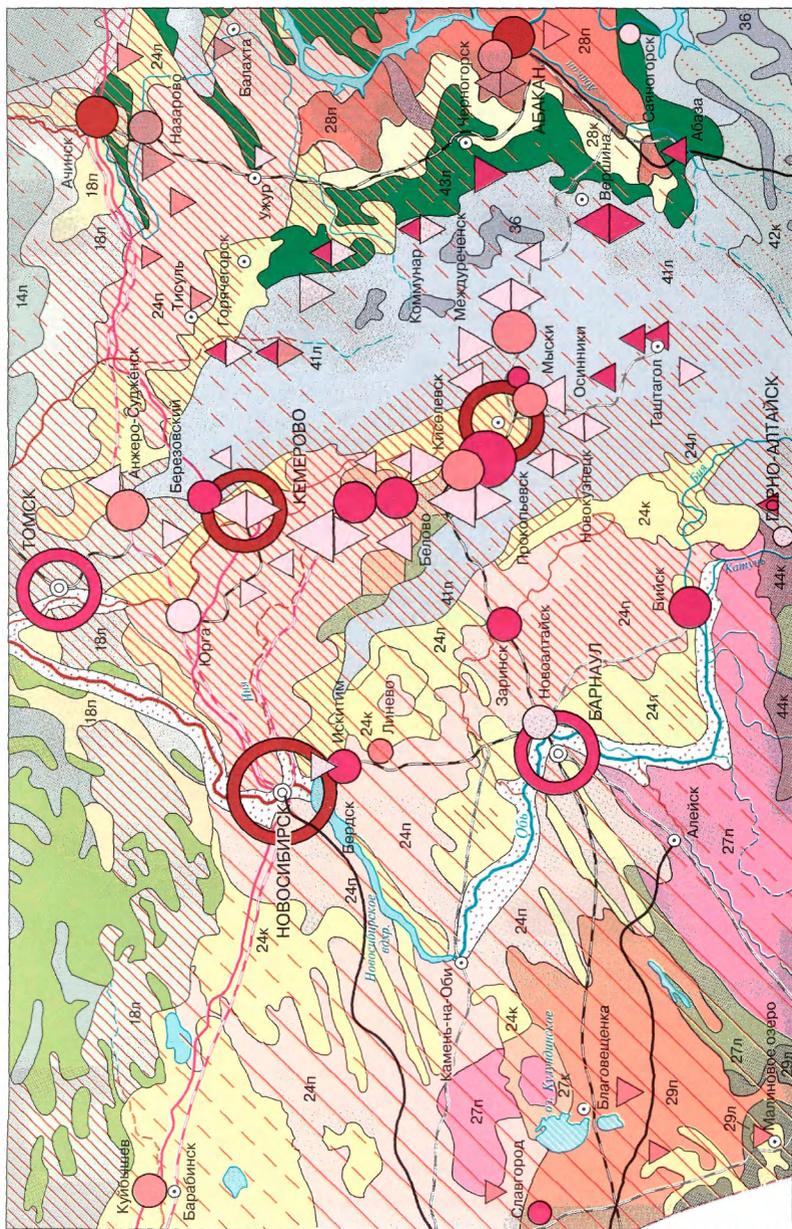
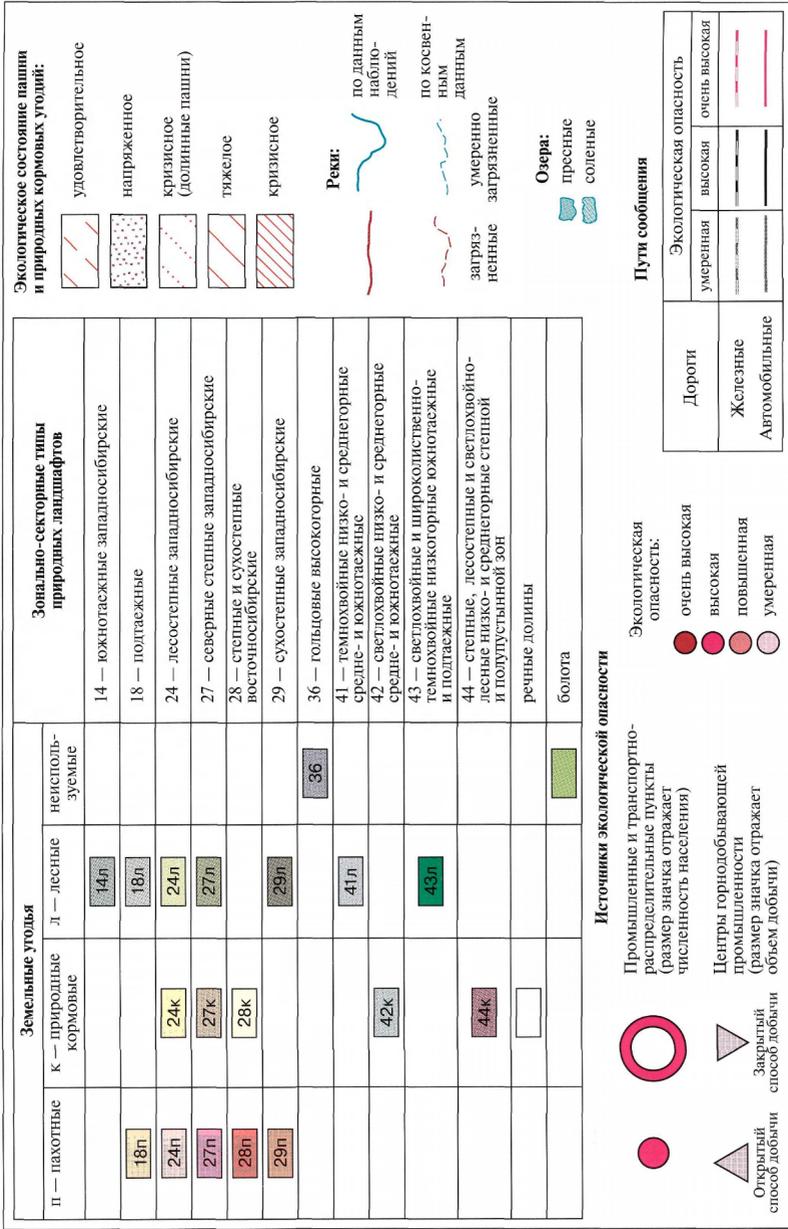


Рис. 12. Фрагмент эколого-географической карты Российской Федерации (1996, с изм.)



Условные обозначения к рис. 12

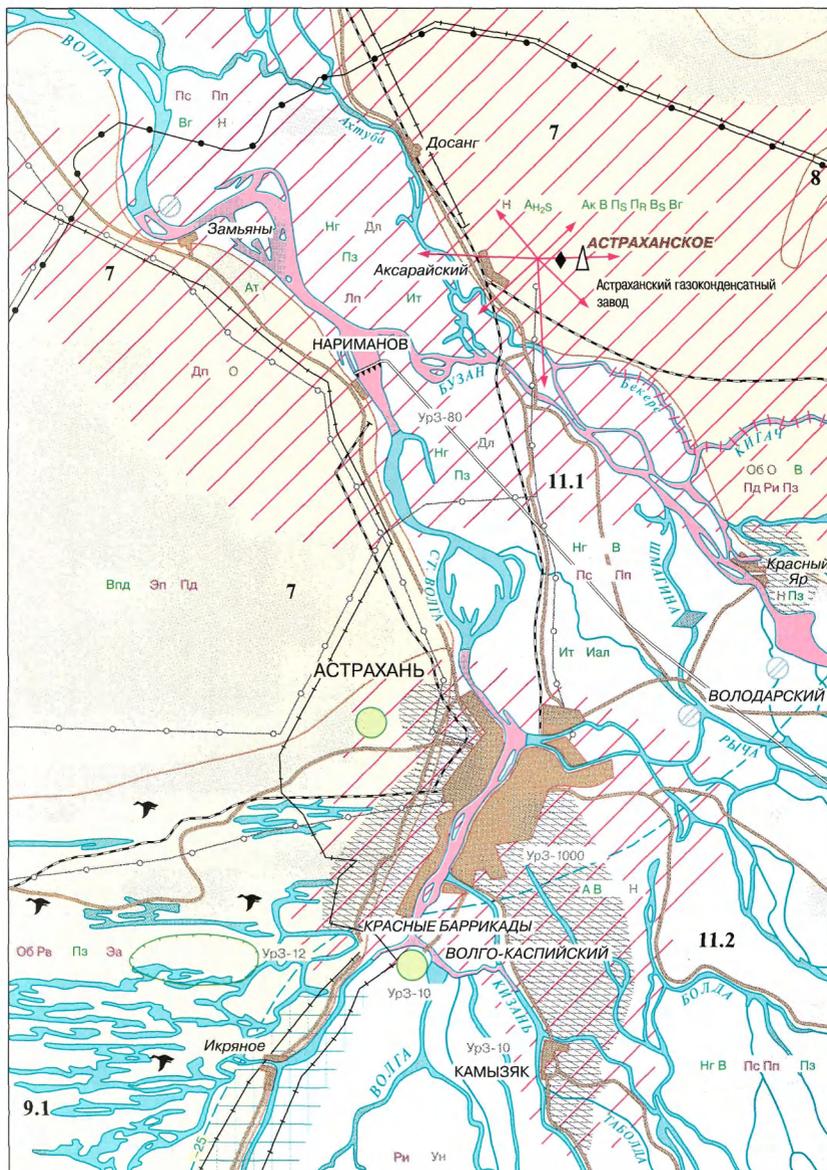


Рис. 15. Фрагмент геоэкологической карты Астраханской области (2003).
 Обозначения экологических проблем см. в тексте

I. Природно-ландшафтная дифференциация территории:

11.1 границы и номера природно-ландшафтных выделов

 ландшафты пустынной зоны

 ландшафты Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги

 -25,0 м максимальный уровень Каспийского моря за период 1900 — 2000 гг.

II. Природоохранные ареалы и отдельные объекты:

 заказники общего назначения

 ключевые орнитологические территории международного значения

 отдельные охраняемые объекты (лесные и луговые массивы, гнездовые колонии птиц)

 нерестилища

III. Основные элементы антропогенной (техногенной) нагрузки:

 основные автодороги

 железные дороги

 линии электропередач

 участки лова (рыболовные тони)

 зона рыборазведения (с серией рыбоводных заводов)

 ареалы разработки стройматериалов

 ареалы месторождений (зоны геологических промыслов, переработки) газа

 объекты — источники повышенной экологической опасности

 водodelитель и водodelительная дамба в русле и дельте Волги

 крупные газопроводы

 крупные нефтепроводы

 важнейшие населенные пункты — индустриальные центры, промузлы, промплощадки

IV. Экологические ситуации:

 ареалы острых экологических ситуаций с наиболее сложным комплексом экологических (природоохранных) проблем

 пути ветрового разноса вредных выбросов Астраханского газоконденсатного завода (АГКЗ)

 зона ухудшения состояния речных вод и уменьшения разнообразия видов фитопланктона

 наиболее загрязненные участки водотоков

Условные обозначения к рис. 15

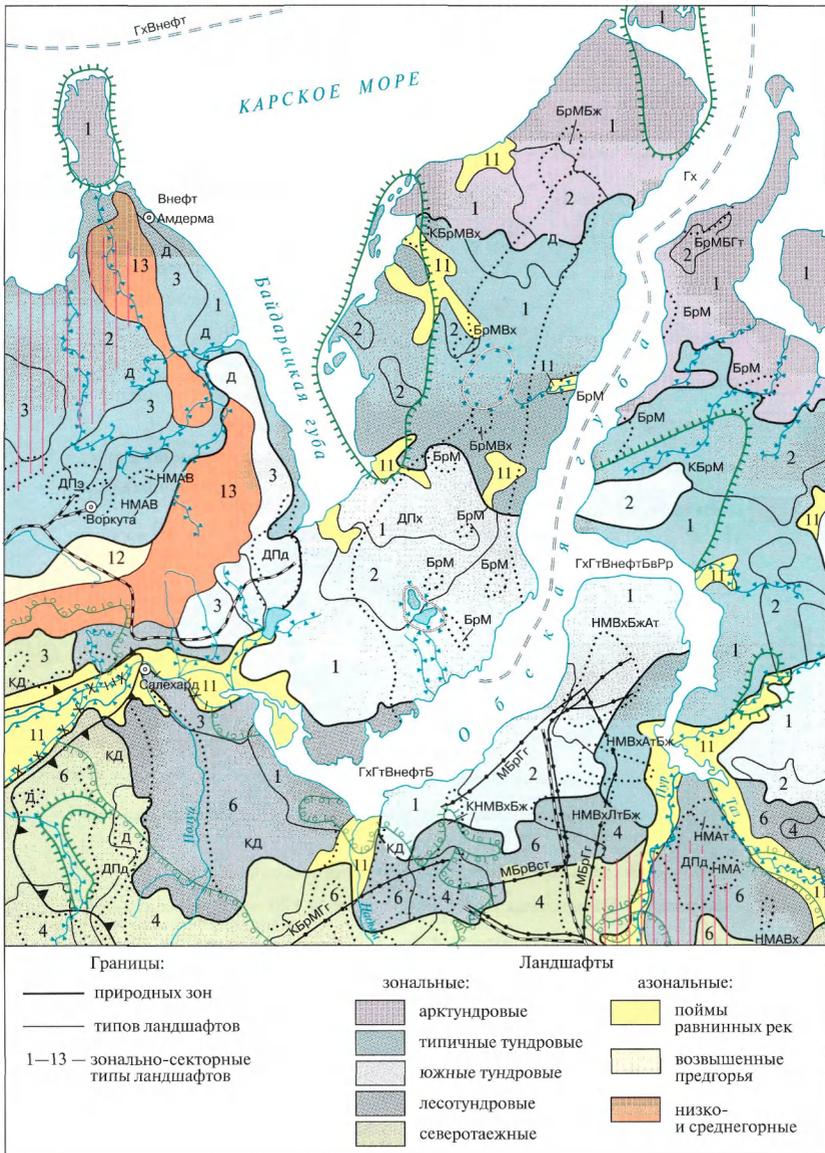


Рис. 17. Фрагмент карты атласа «Экологические ситуации северных территорий России» (1991). Обозначения типов ландшафтов, экологических проблем и ситуаций см. в тексте

34 Границы и номера экологических районов (экорегiónов)

Граница северной географической области — южный предел зон с дискомфортными природно-климатическими условиями проживания населения и северный агроклиматический предел устойчивости возделывания зерновых культур (по $St > 10^{\circ}C$ в пределах $1400 - 1600^{\circ}C$)

Экологическая нарядность (ранг экорегiónа):

-  очень низкая (I)
-  низкая (II)
-  относительно низкая (III)
-  средняя (IV)
-  относительно высокая (V)
-  высокая (VI)
-  очень высокая (VII)

Особо охраняемые природные объекты (элементы экологического каркаса территории):

-  наиболее крупные заповедники, заказники, национальные и природные парки и др.
-  защитно-охранная полоса притундровых лесов

Объекты с высоким радиационным риском (по В.И. Булатову, 1996, 1999):

-  действующие АЭС
-  испытательные ядерные полигоны
-  места проведения подземных ядерных взрывов в мирных целях
-  базы и предприятия по исследованию, производству и хранению ядерных материалов (и оружия)
-  места захоронения радиоактивных отходов

Условные обозначения к рис. 16

Авдд. Арелы комплексных экоситуаций

Южная граница формирования многолетней мерзлоты (сплошной и прерывистой)

Распространение отдельных экологически неблагоприятных свойств среды:

-  кислые атмосферные осадки (по снежному покрову за 1988 — 1989 гг.)
-  реки, загрязненные лесосплавом
-  реки с высоким комплексным загрязнением (по среднегодовой концентрации загрязняющих веществ и гидробиологическим показателям)

Экологически опасные объекты:

-  железные дороги
-  трубопроводы
-  морские транспортные пути

Особо охраняемые природные территории:

-  заповедники и заказники
-  южная защитная полоса притундровых лесов
-  местообитания ценных пород рыб

Условные обозначения к рис. 17

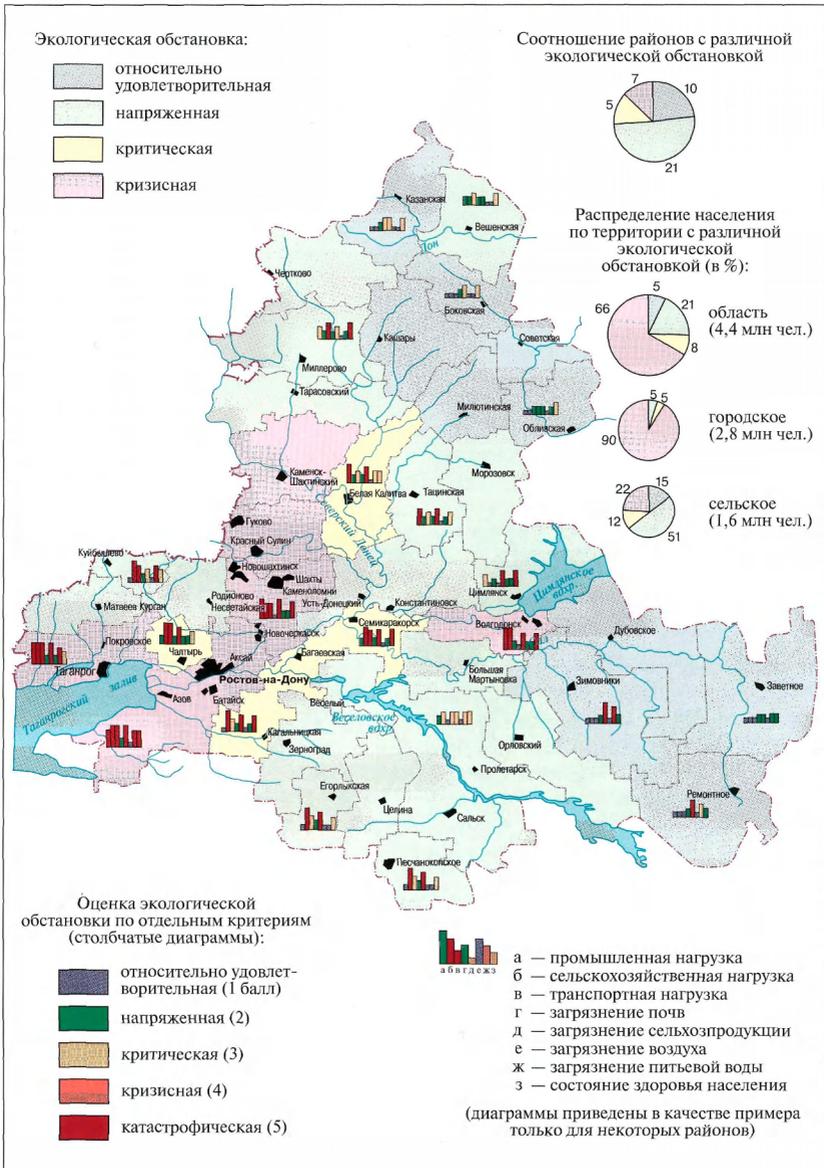


Рис. 18. Экологическое районирование Ростовской области (из экологического атласа Ростовской области, 2000, с изм.)

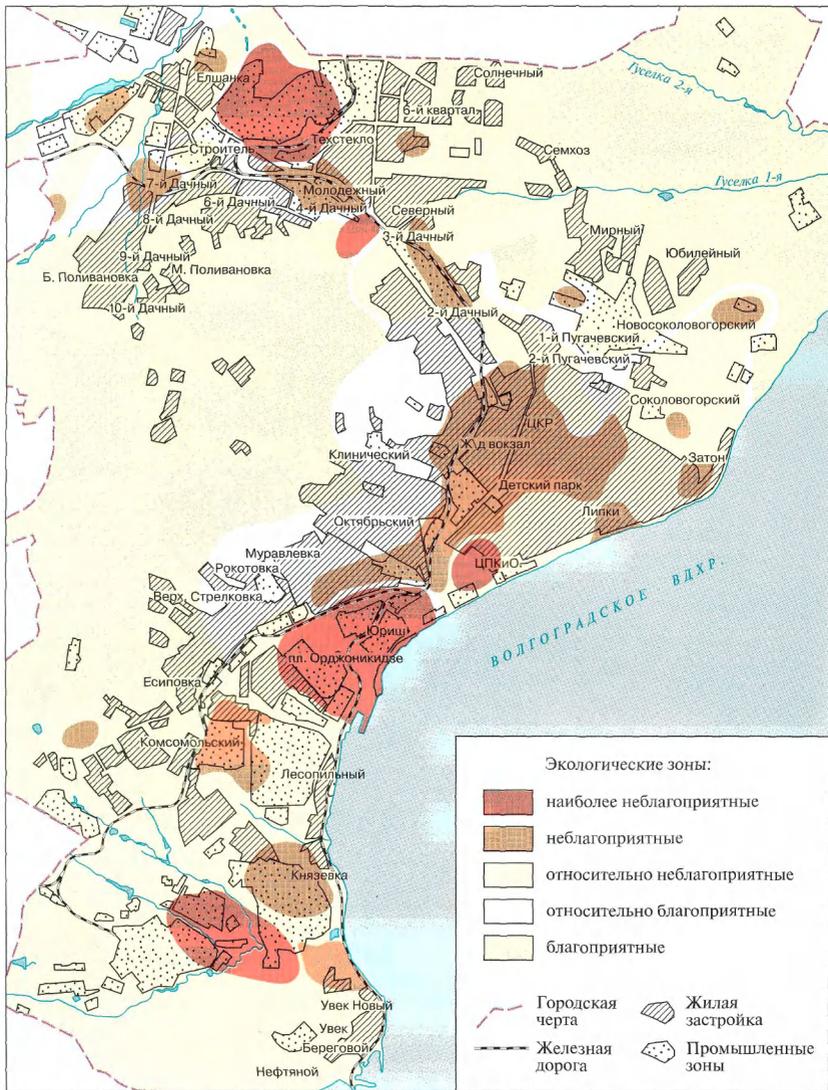


Рис. 19. Оценка экологического состояния территории г. Саратова по комплексу неблагоприятных факторов (по В. З. Макарову и др., 2002, с изм.)

– радиоактивное загрязнение территории за период 1986—1992 гг., по данным аэрогаммаспектрометрической съемки, Ки/км² (по цезию-137): Р₁ — слабое (1—5), Р₂ — среднее (6—15), Р₃ — сильное (16—40 и более).

Истощение земельных и лесных ресурсов — эколого-ресурсные проблемы (буквенные индексы):

– эрозия почв — площадь эродированных земель в пределах экологических выделов, %: ПЭ₁ — слабая (менее 20), ПЭ₂ — средняя (21—40), ПЭ₃ — сильная (более 40);

– оврагообразование — по плотности (шт./км²) и густоте (км/км²): О₁ — слабое (до 0,5 и 0,1—0,5), О₂ — среднее (0,51—2,0 и 0,51—1,1), О₃ — сильное (более 2,0 и более 1,1);

– комплексное нарушение земель по степени изменения площади, глубины, продолжительности и характера загрязнений природных компонентов, экспертная оценка: Н₁ — слабое, Н₂ — среднее, Н₃ — сильное;

– преобразование лесов — суммарное выражение (необлесившиеся вырубки, соотношение молодых и мелколиственных лесов), экспертная оценка: Лд₁ — слабая, Лд₂ — средняя, Лд₃ — сильная.

Локальные загрязнения и объекты воздействия (масштабные, внесматштабные и линейные знаки): загрязненность средних, крупных рек и водохранилищ (слабая, средняя, сильная, отсутствие данных); ореолы опасного загрязнения территории от промузлов — по 10-кратному превышению фона (SO₂, CO, NO, C_xH_y, Pb, Cr, Zn, Cl; Тв — твердые вещества); промышленные центры (с числом жителей более 1 млн, 501—1 000 тыс., 251—500 тыс., 101—250 тыс., 50—100 тыс., менее 50 тыс.); атомные электростанции.

Особо охраняемые природные территории — заказники, национальные парки (круги-пунксоны со штриховкой): нарушение режима (незначительное — относительно стабильное качество среды, фоновое загрязнение; слабое — изменение качества среды, загрязнение фоновое и низкое от отдельных источников; среднее — ухудшение качества среды, значительное загрязнение от промузлов); площадь, тыс. га (более 100, 51—100, 50—25).

Границы (линейные знаки): территорий с различными экологическими ситуациями; радиоактивного заражения; административных областей.

На карте экологических ситуаций центра европейской части России приведены также восемь карт-врезок медико-географического содержания, отображающих смертность городского и сельского населения в 1988—1989 гг. (число случаев на 1 000 человек): общую, младенческую, от злокачественных новообразований, от сердечно-сосудистых заболеваний. Данные карты представляют большой интерес с точки зрения изучения последствий изменения среды для здоровья населения, хотя прямых корреляций между этими двумя показателями пока не обнаружено.

Карта «Экологическая ситуация Амурской области» масштаба 1 : 1 500 000 была выполнена по заказу Амурского областного комитета по экологии и рациональному природопользованию в 1993 г. В соответствии с ранее выработанными методиками определения причин возникновения и локализации экологических проблем каждый конкретный ареал их проявления рассматривался как результат пространственного взаимодействия антропогенной нагрузки (хозяйственное использование земель и плотности населения) и природных свойств территории (ландшафтные особенности и показатели эколого-ресурсного потенциала).

Учитывая, что на территории Амурской области значительные площади еще сохранили свой естественный облик и богатые природные ресурсы (полезные ископаемые, леса, промысловая фауна и флора, рыба, плодородные почвы), которые по-прежнему играют большую роль в областном хозяйстве,

анализ и картографирование экологического состояния территории были осуществлены на базе общей схемы ее природно-ландшафтной дифференциации. В пределах Амурской области выделено тринадцать зонально-секторных типов ландшафтов, которые были охарактеризованы с точки зрения присущих им экологически значимых природных свойств (факторов), как ценных, так и неблагоприятных.

Картографирование современной геосистемной структуры территории и природно-антропогенных ареалов проявления экологических проблем и комплексных экологических ситуаций было проведено на основе сопряженного анализа карт природных ландшафтов, использования земель и плотности населения, разработанных в одном и том же масштабе 1 : 1 500 000.

В процессе эколого-географического изучения Амурской области по космическим фотоснимкам были составлены две вспомогательные карты использования земель. Одна, выполненная в масштабе 1 : 500 000, отражает освоенность территории на юге Амурской области как наиболее населенной и интенсивно используемой в хозяйстве. Другая, в масштабе 1 : 1 500 000, показывает общую структуру использования земель и позволяет оценить характер техногенных воздействий на природу в пределах всей области.

В дополнение к общей карте использования земель, отображающей лишь самые важные природоохранные ареалы, была составлена и специальная карта охраняемых природных территорий, содержащая более детальные данные обо всех видах таких земель, существующих в Амурской области.

При составлении комплексной экологической карты основные отраслевые показатели, характеризующие состояние отдельных природных компонентов окружающей среды, были обозначены в виде индексов природоохранных проблем, локализованных в определенных ареалах. В ареалах без индексов экологическая ситуация близка к естественной. Легенда этой итоговой карты отражает как особенности использования богатой и достаточно разнородной информационно-формационной базы, так и некоторые специфические подходы к характеристике выявленных проблем и ситуаций. В зависимости от характера имеющихся данных количественные показатели давали возможность определить степень остроты проявления проблем по трем или пяти градациям. Часть проблем могла быть оценена только экспертно, без подразделений по степени их проявления. В виде специальной таблицы отдельно была приведена характеристика степени проявления комплексного нарушения земель и истощения недр при добыче минерального сырья, имеющая особенно важное значение для Амурской области. Отдельным знаком нанесены на карту данные по формированию зон хронического загрязнения вокруг городов.

В целом карта экологических ситуаций Амурской области отличается достаточно насыщенным содержанием и может быть представлена в двух вариантах (рис. 13, 14 цв. вкл.). На первом варианте карты цветным фоном показан уровень общей антропогенной нагрузки (в баллах), на втором — уровень остроты общей экологической ситуации.

«Геоэкологическая карта Астраханской области» масштаба 1 : 500 000, разработанная сотрудниками Института географии РАН под руководством Б. И. Кочурова и сотрудниками Комитета по природным ресурсам Астраханской области под руководством Н. И. Воронина, показывает состояние окружающей природной среды Астраханской области на конец XX — начало XXI в.

На карте получила отражение прежде всего система природно-ландшафтных ареалов, принадлежащих полупустынной и пустынной природным зонам, а также ландшафтам Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги.

Основой для оценки антропогенного воздействия на различные природные ландшафты послужила специально разработанная карта «Современное использование земель (территории и акватории) Астраханской области» масштаба 1 : 500 000 (авторский оригинал). Эта карта также дала возможность установить ареалы современных природно-антропогенных систем, внутри которых возникают экологические проблемы. На общую карту нанесены наиболее контрастные виды использования земель: с одной стороны природоохранные ареалы и объекты, с другой — ареалы с наибольшей техногенной нагрузкой (горнопромышленные ареалы и индустриальные города). Последние позволяют определить ареалы самых острых экологических ситуаций. Системой буквенных индексов внутри выделенных ареалов обозначено проявление наиболее ярко выраженных экологических проблем.

С учетом исключительно важного значения приморского положения области и большой хозяйственной роли рек и водоемов на карте показаны ареалы использования отдельных акваторий. Кроме того, легенда карты содержит еще одну основную категорию природопользования, включающую участки суши и акватории, «рыбохозяйственные зоны».

Выявлена теснейшая взаимосвязь основных и наиболее распространенных видов землепользования с особенностями природно-ландшафтной дифференциации территории, проявляющейся очень контрастно в пространстве, где Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги соседствуют с окружающими аридными равнинами.

Так, обширные пустынные и полупустынные равнины, располагающиеся по правому и левому берегу Волго-Ахтубы, с древнейших времен используются как пастбища. И только на севере области очень незначительные площади равнин оказываются пригодными для богарного земледелия. Напротив, хорошо увлажняемая территория Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги используется очень интенсивно и разнообразно. Здесь проходит мощный транспортный коридор, прежде всего — водный путь по Волге, сыгравший огромную роль в истории России. Вдоль него, по правому и левому берегам Ахтубы, расположены основные поселения — города, поселки, промзоны, приуроченные к наиболее комфортной для жизни человека пограничной полосе, не заливаемой паводковыми водами, но непосредственно соседствующей с акваториями. К этой же полосе тяготеют и современные транспортные коммуникации: железные и автомобильные дороги, продуктопроводы, линии электропередач.

Что же касается основной, внутренней зоны поймы и дельты, то в их пределах во все времена важнейшим видом природопользования были рыболовные угодья. Второй по важности вид использования — сенокосы на влажных пойменных лугах, на которых травостой содержит ценные в кормовом отношении виды, а урожайность сена может достигать 16—20 ц/га. Наконец, на отдельных участках и в пойме, и в дельте образовались ареалы обвалованных земель, используемых при орошении под огороды, сады и бахчи. Вся территория поймы и дельты традиционно используется и для охоты.

Особое место в структуре использования земель Астраханской области занимают особо охраняемые и охраняемые природные территории. Это связано

как с уникальностью условий для развития биотических компонентов, главным образом в ландшафтах поймы и дельты, так и с относительно невысокой антропогенной нагрузкой, при которой на значительных участках существуют ландшафты, близкие к естественным. Выделенные на карте территории природоохранных земель имеют не только охранительный, но и запретительный режим, выполняя таким образом функцию ограничения антропогенной нагрузки.

В последние десятилетия XX в. на территории Астраханской области стали расширяться индустриальные ареалы — промцентры, промзоны, развитие которых в большинстве случаев связано с разведкой и разработкой минерального сырья. Эти ареалы практически не совпадают с ареалами традиционного использования биоресурсов, границы которых обычно приурочены к границам природных ландшафтов.

Сопряженный анализ составленной карты современного использования земель и карты природно-ландшафтной дифференциации территории позволил выявить ареалы с различной степенью антропогенной нагрузки и, учитывая особенности их природных условий, оценить экологическую ситуацию в целом.

Была разработана итоговая «Геоэкологическая карта Астраханской области» (рис. 15 цв. вкл.). Природно-ландшафтные выделы, показанные на карте с помощью границ и номеров, подробно охарактеризованы в легенде. В характеристику каждого выдела включен перечень экологически значимых свойств (факторов), как ценных, так и неблагоприятных, составляющих эколого-ресурсный потенциал территории, который был учтен при анализе использования земель и оценке экологического состояния разных участков.

В ареалы с наиболее неблагоприятной экологической ситуацией входят городские территории, промзоны, промцентры, промплощадки, а также ареалы разработок минерального сырья с соответствующей территориальной инфраструктурой и «транспортные коридоры», по которым проходят железные и автомобильные дороги, газо- и нефтепроводы, линии электропередач и др.

На геоэкологической карте отражены ареалы природоохранных территорий, составляющие экологический каркас всей области. Ландшафты волжской поймы и дельты отличаются высокой биопродуктивностью, обильными рыбными запасами и разнообразным птичьим населением, для них характерны уникальные виды растений и животных. Поэтому в Астраханской области достаточно много природоохранных ареалов различного назначения, занимающих значительные площади.

Промежуточные виды использования земель, такие как пашня, пастбища, сенокосы, специально не выделяли, но связанные с ними экологические проблемы указывали индексами на природных ландшафтах, к которым приурочены эти виды природопользования.

Источниками информации об экологических проблемах служили регулярные мониторинговые наблюдения и данные, содержащиеся в самых разнообразных литературных материалах и статистических отчетах. В легенде карты все проблемы, в зависимости степени их остроты по отношению к условиям жизни человека (населения) и его хозяйственной деятельности, разбиты на три основные группы. Для обозначения экологических (природоохранных) проблем использованы буквенные индексы.

Проблемы, связанные с состоянием природных сред (обозначены зеленым цветом): А — общее загрязнение атмосферы (по ИЗА); Ак — ареал загрязнения атмосферы компонентами «кислых» осадков (SO_2 , CO_2 , NO_4); $\text{A}_{\text{H}_2\text{S}}$ — загрязнение атмосферы с преобладанием сероводорода; Ат — трансграничный перенос атмосферных загрязнений (опасность «кислых» осадков); Нг — нарушение естественного гидрологического режима пойменных и дельтовых земель; Вг — нарушение режима грунтовых вод; В — общее загрязнение поверхностных вод (по ИЗВ); V_S — сульфатное загрязнение поверхностных и подземных вод; Впд — дефицит вод питьевого качества; Пз — общее засоление почв; Пх — общее химическое загрязнение почв; Пс — сульфатное загрязнение почвогрунтов; П_Р — радиоактивное загрязнение почв; И — природные очаги опасных инфекций (Ич — чумы, Ит — туляремии, Иал — астраханской лихорадки).

Проблемы, связанные с состоянием природных (естественных) ресурсов (обозначены красным цветом): Эа — активизация эрозионных процессов; Эп — общая эрозия почвогрунтов; Пп — подтопление почвогрунтов на орошаемых землях; Пс — вторичное засоление почв на орошаемых землях; Пд — дефляция почв; Пг — дегумификация почв; Дпп — деградация естественной пастбищной полупустынной растительности; Дп — деградация и уничтожение пустынных пастбищ (возникновение открытых песков); Лп — падение продуктивности пойменных лугов (сенокосных и пастбищных угодий Волго-Ахтубы); Ло — оstepнение луговой растительности (иссушение и истощение сенокосных и пастбищных угодий в дельте Волги); Ри — общее истощение рыбных ресурсов; Рв — ухудшение условий рыбовоспроизводства при уменьшении степени обводненности территории (в усыхающих ильменях и на обсохших участках дельты); Фох — сокращение численности охотничье-промысловых видов.

Проблемы, связанные с состоянием природных комплексов (сухонутных и приморских ландшафтов) (обозначены серым цветом): Об — уменьшение степени общей обводненности территории; О — общее опустынивание территории (уничтожение растительного покрова, засоление почв, возникновение массивов открытых песков); К — активизация карстовых процессов; Длс — деградация лесных массивов Волго-Ахтубы; Дл — деградация пойменных лугов и развитие сельскохозяйственных пустошей на усыхающих (не заливаемых паводком) участках высокой поймы Волги; Ун — утрата нерестилищ (рыбных местообитаний); Уз — утрата земель (подтопление и затопление) при подъеме уровня моря; Ум — утрата местообитаний птиц и животных при подъеме уровня моря; Нот — комплексное нарушение режима ООПТ (рекреация, браконьерство и др.); Шз — общее загрязнение и нарушение зоны морского шельфа (порты, скважины и др.); Н — комплексное нарушение земель и недр при разработках минерального сырья; Урз — общее загрязнение в урбанизированных ареалах (цифрами указана площадь в км^2); СЗт — техногенное нарушение и загрязнение среды на землях специального назначения.

Ареалы наиболее острых экологических ситуаций в большинстве случаев приурочены к бортам Волго-Ахтубинской долины. Среди самых характерных признаков выделенных ареалов можно назвать сформировавшиеся вокруг расположенных здесь городов зоны общего загрязнения территории, которые были определены по космофотоснимкам (20 городских поселений области). На карте они обозначены специальным индексом с указанием площади загрязнения в км^2 .

На карте показаны и такие важные проблемы Астраханской области, как нарушение естественного гидрологического режима и связанные с ним иссушение и опустынивание отдельных участков земель, значительное сокращение рыбных ресурсов и ухудшение условий обитания водно-болотной фауны.

Очень серьезны в Астраханской области и проблемы, связанные с нарушением охранного режима ООПТ, изменением их естественных гидрологических условий.

ГЛАВА 4

ВИДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

4.1. Антропоэкологическое районирование

Антропоэкологическое районирование, как его определяет Б. Б. Прохоров (1998), — важный метод изучения территории с позиций экологии человека: деление территорий по признакам их воздействия на жизнедеятельность, демографическое поведение и здоровье населения. Антропоэкологическое районирование — всегда результат детального исследования территории, тщательного рассмотрения всех ее особенностей. Это особый вид пространственной систематизации, цель которой — членение изучаемой территории на равнозначные или иерархически соподчиненные территориальные ячейки — районы (или таксоны), отличающиеся от соседних территорий по системе признаков, характеризующих экологические условия жизни человека (населения).

Основной таксономической единицей антропоэкологического районирования служит *антропоэкологический район* — пространственное подразделение особой антропоэкоосферы с однородным сочетанием на единой территории групп населения со сходными демографическим поведением, уровнем здоровья, характером заболеваемости, обычаями, традициями, верованиями, стилем мышления, что обусловлено внутренней однородностью природных, историко-культурных, хозяйственно-бытовых, эколого-гигиенических особенностей жизни людей в пределах каждого района.

Антропоэкологический район обладает определенной структурой — вертикальной и горизонтальной. Вертикальная структура, или структура компонентов, образована сочетанием взаимодействующих между собой компонентов (природа, население, хозяйство, продукты техногенеза, образ жизни и пр.), набор и свойства которых, а также характер взаимодействия друг с другом создают неповторимый облик каждого района. Горизонтальная структура, или морфология района, — сочетание более простых антропоэкоосфер, которые в пределах района тесно связаны между собой на всех уровнях — природном, социально-экономическом, эколого-гигиеническом, демографическом, историко-культурном, хозяйственно-бытовом (Б. Б. Прохоров, 1998).

Антропоэкологические районы объединяются в более сложные пространственные подразделения (антропоэкологическая провинция, область, страна, пояс, антропоэкоосфера), а по принципу сходства отдельных наиболее важных свойств — в типологические ряды.

Антропоэкологический район характеризуется набором последовательно сменяющихся состояний. Одна и та же территория в различные сезоны года

выдвигает перед живущими в ее пределах людьми совершенно различные проблемы. Особенно важные изменения в быту и трудовой деятельности людей связаны с ярко выраженными временами года: зима и лето в умеренных и высоких широтах, сухой период и сезон дождей во влажных субтропиках и тропиках.

В качестве примера антропоэкологической классификации можно привести районирование России, в пределах которой было выделено 23 антропоэкологических района (рис. 4.1). Районирование проводилось с использованием специально разработанных для него показателей (табл. 4.1).

Для характеристики популяционного здоровья был применен коэффициент суммарной оценки здоровья населения (КСОЗН). Величина этого коэффициента представляет собой ранговое место антропоэкологического района по итогам ранжирования предварительно полученных сумм мест, занятых каждым субъектом Российской Федерации при их раздельном ранжировании по следующим пяти показателям: младенческая смертность, средняя ожидаемая продолжительность жизни (СОПЖ) мужчин и женщин, стандартизованный коэффициент смертности мужчин и женщин.

Сравнение показателей здоровья населения России со стандартами качества здоровья западных стран не дает оснований для выделения в пределах



Рис. 4.1. Антропоэкологические районы (по Б. Б. Прохорову, 1998):

1 — Московский столичный; 2 — Санкт-Петербургский; 3 — Европейский Север России; 4 — Белгородско-Брянский; 5 — Псковско-Тверской; 6 — Московско-Нижегородский; 7 — Калужско-Рязанский; 8 — Вологодско-Вятский; 9 — Волжско-Сурский; 10 — Волжско-Свияжский; 11 — Кубано-Донской; 12 — Северо-Кавказский; 13 — Нижневолжский; 14 — Среднеуральский; 15 — Южноуральский; 16 — Северообский; 17 — Североенисейский; 18 — Лено-Колымский; 19 — Алтайско-Новосибирский; 20 — Кузнецко-Ангаро-Енисейский; 21 — Алтае-Саянский; 22 — Забайкало-Амурский; 23 — Хабаровско-Сахалинский

Таблица 4.1

**Уровень общественного здоровья и качество среды обитания человека
по антропоэкологическим районам**

Название антропоэкологического района	Рейтинг качества здоровья	Интегральная рейтинговая оценка		Рейтинг уровня загрязнения	
		природных условий	уровня жизни	воздуха	воды
Северо-Кавказский	1	1, 2	9 (11 — 45)	3	15
Волжско-Сурский	2	1	7 (8 — 39)	2	2
Белгородско-Брянский	3	1	4 (9 — 38)	8	3
Калужско-Рязанский	4	1	8 (7 — 33)	9	7
Волжско-Свияжский	5	1, 2, 3	5 (5 — 34)	12	17
Южноуральский	6	2, 3	13 (44 — 60)	20	11
Московско-Нижегородский	7	1	3 (2 — 18)	6	14
Вологодско-Вятский	8	2	11 (42 — 55)	18	10
Кубано-Донской	9	1, 2, 3	6 (20 — 25)	5	23
Московский столичный	10	1	1 (1)	7	1
Европейский Север России	11	4	15 (27 — 62)	22	16
Алтайско-Новосибирский	12	2, 3	14 (54 — 73)	16	6
Псковско-Тверской	13	1	10 (26 — 43)	14	8
Среднеуральский	14	2, 3	12 (31 — 52)	19	9
Санкт-Петербургский	15	2	2 (2)	10	22
Нижеволжский	16	2, 3, 4	18 (58 — 80)	4	12
Забайкало-Амурский	17	3, 4, 2	19 (61 — 86)	11	5
Кузнецко-Ангаро-Енисейский	18	2, 3	16 (51 — 74)	17	19
Хабаровско-Сахалинский	19	3, 2, 1	17 (63 — 76)	15	18
Северообский	20	4, 5	21	21	21
Североенисейский	21	4, 5	20	23	20
Лено-Колымский	22	4, 5	22 (71 — 87)	1	13
Алтае-Саянский	23	3, 2, 4	23 (77 — 89)	13	4

нашей страны территорий с наиболее высоким качеством здоровья, поэтому были выделены четыре категории популяционного здоровья: удовлетворительное, пониженное, низкое, очень низкое (Б. Б. Прохоров, 1998).

Для оценки интенсивности загрязнения территории антропогенными выбросами в атмосферу был использован индекс техногенной нагрузки на урбанизированную территорию (ИТН), представляющий собой отношение величины суммарного выброса в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения к единицы урбанизированной площади региона к аналогичному среднероссийскому показателю, умноженное на 100.

Природные условия жизни населения охарактеризованы с использованием принципа оценки их комфортности для труда, быта, отдыха, формирования уровня здоровья населения. Принцип основан на интегральной оценке примерно тридцати параметров природной среды по степени их благоприятности для жизнедеятельности людей. В пределах России выделено пять типов природных условий: комфортные (благоприятные для проживания) — оценка 1 балл, прекомфортные (условно благоприятные) — 2 балла, гипокомфортные (малоблагоприятные) — 3 балла, дискомфортные (неблагоприятные) — 4 балла, экстремальные — 5 баллов.

Для характеристики уровня жизни населения антропоэкологических районов были использованы разработки А. С. Мартынова (1995) по интегральной оценке уровня жизни. Единый интегральный показатель синтезирован на основе следующих устойчиво коррелирующих друг с другом показателей: уровень преступности, алкоголизм, нестабильность на рынке труда, миграционная подвижность и ее преобладание в городских поселениях, недовольство деятельностью властей, экологические издержки производства, дефицит жилья, уровень коммунальной необустроенности, дефицит водоснабжения, отставание инфраструктуры от развития производства, спад производства, финансовые трудности предприятий, озеленение городов, загрязнение пищевых продуктов, уровень образования населения.

Административные регионы России получили оценки от 1 (наиболее высокий уровень жизни в России) до 100 баллов (самый низкий уровень жизни). На следующем этапе рассчитан средний балл для антропоэкологических районов и проведено их ранжирование. Все 23 района выстроены в единый ряд по качеству жизни населения. Район с лучшими условиями получил рейтинг 1, а район с худшими условиями — рейтинг 23.

Совмещение агрегированных оценок антропоэкологических районов позволило составить сводную таблицу, которая содержит показатели здоровья, степень комфортности природных условий для жизни населения, уровень жизни населения, интенсивность выбросов поллютантов в атмосферу и сброс загрязнений в природные воды (см. табл. 4.1).

Антропоэкологические районы в таблице расположены в порядке снижения в них качества популяционного здоровья. Комфортность природных условий определена применительно не ко всему району, а только к местам концентрации населения.

Таким образом все районы были разделены на четыре группы, анализ информации по которым позволяет сделать следующие выводы (Б. Б. Прохоров, 1998):

- районы с более высоким уровнем жизни, лучшими природными условиями и более низкими показателями загрязнения характеризуются более высоким уровнем здоровья (первые пять районов);
- в районах с наиболее суровыми природными условиями, низким уровнем жизни и высокими антропогенными нагрузками на окружающую среду зафиксирован наиболее низкий уровень здоровья (шесть районов);
- для оставшихся двенадцати районов выявленные закономерности не столь очевидны, но просматривается определенная тенденция — «чем сложнее природные условия и ниже уровень жизни населения и чем выше техногенный прессинг, тем ниже качество здоровья населения».

4.2. Районирование по степени экологической напряженности. Экорегионы России

Районирование как способ членения территории, как совокупность действий по выявлению территориальной дифференциации и интеграции географической оболочки, а также как способ определения результата взаимоотношений природы и общества до сих пор, несмотря на достижения прошлых лет, сталкивается с рядом серьезных проблем. Трудности районирования связаны со следующими обстоятельствами:

- усложняется представление об объекте районирования;
- происходит переосмысление основных его принципов;
- расширяется представление о необходимой для районирования исходной информации;
- возникает необходимость перехода от использования отдельных методов к комплексным методикам;
- появляются новые и расширяются прежние функции районирования;
- открываются возможности решения задач районирования нетрадиционными способами.

Происходит и усложнение объекта картографирования, в особенности на уровне субъект-объектных отношений в системе «природа — общество», что предполагает уточнение и появление новых принципов районирования, как операционных, так и предметно-содержательных (членения территории, проведения границ, использования основополагающих материалов и т. п.).

Экологическое, или геоэкологическое, районирование — это комплексное районирование, основной объект которого — целостные природно-хозяйственные образования (современные природно-антропогенные ландшафты, или геосистемы), оцененные либо по степени антропогенного влияния и преобразованности природных ландшафтов, либо по характеру и степени экологического неблагополучия с точки зрения качества жизни человека. Данное районирование базируется на природно-ландшафтной дифференциации территории и характеризует экологическую ситуацию в пределах природно-хозяйственных ареалов, не зависящих от административных границ (Б. И. Кочуров и др., 2003). Выявление сочетаний и отношений ареалов экологических ситуаций, обусловленных комплексом проблем, позволяет охарактеризовать по экологическим признакам целостные региональные природно-антропогенные образования.

Именно этот достаточно гибкий подход был использован коллективом авторов под руководством Б. И. Кочурова при создании обзорной карты «Районирование территории России по степени экологической напряженности» в масштабе 1 : 8 000 000 (авторский оригинал, Институт географии РАН, 1992). Основной целью районирования была сравнительная характеристика крупных территорий России по степени остроты их экологического состояния с выделением ареалов, наиболее и наименее благополучных в экологическом отношении.

Разделение на крупные природно-ландшафтные регионы было проведено с учетом их современной хозяйственной освоенности и соотношения площадей ареалов выявленных экологических ситуаций различной степени остроты. При этом широко использовались материалы по типологии природных ландшафтов.

дшафтов А. Г. Исаченко (1983), карты физико-географического районирования СССР под редакцией Н. А. Гвоздецкого и Г. С. Самойловой (1983), а также опыт подразделения территории на природно-хозяйственные районы Ю. Г. Симонова (1976) и др.

В качестве исходного материала для построения карты «Районирование территории России по степени экологической напряженности» и расчета ее основного показателя была использована «Карта экологических ситуаций в границах бывшего СССР» масштаба 1 : 8 000 000 (1992). Общий уровень остроты экологических ситуаций в пределах каждого из выделенных ареалов определялся степенью проявления отдельных проблем и их сочетанием. При районировании учитывались все выделенные на первичной карте категории экологических ситуаций, а также элементы и свойства современной окружающей среды, которые имеют важное экологическое значение (отдельные виды загрязнений, истощение и загрязнение вод суши, воздействие промузлов, ареалы охраняемых природных территорий и т. п.).

В зависимости от степени хозяйственной освоенности территории и остроты сформировавшихся экологических ситуаций экспертные границы экологических регионов определялись разными факторами. Так, в европейской части России, особенно в ее центральных и южных областях, где природные рубежи оказались размытыми в силу длительного и интенсивного хозяйственного освоения, границы регионов проводились главным образом по контурам ареалов экологических ситуаций.

При проведении границ регионов, в наименьшей степени затронутых хозяйственной деятельностью, учитывались в первую очередь природные рубежи.

Под «экологической напряженностью» для таких крупных территориальных выделов, как экорегионы, понимается степень изменения окружающей природной среды (ландшафтов), складывающаяся в результате определенного сочетания и соотношения ареалов экологических ситуаций разной степени остроты.

Практически уровень экологической напряженности для каждого из выделенных экорегионов оценивался в баллах, исходя из пространственного соотношения внутри каждого региона площадей с различной степенью остроты экологических ситуаций, зафиксированных на исходной экологической карте.

При индивидуальной оценке экологической напряженности каждого экорегиона H_i использовалась формула

$$H_i = \frac{10S_{1i} + 5S_{2i} + 3S_{3i} + S_{4i}}{100},$$

где S_{1i} — доля площади ареалов очень острых экологических ситуаций, % общей площади i -го района; S_{2i} — доля площади ареалов острых экологических ситуаций, % общей площади i -го района; S_{3i} — доля площади ареалов умеренно острых экологических ситуаций в процентах от общей площади i -го района; S_{4i} — доля площади ареалов условно удовлетворительных (благоприятных) экологических ситуаций, % от общей площади i -го района.

В соответствии с данной формулой значения экологической напряженности района H_i могут изменяться в пределах от 1,0 до 10,0 баллов. Например, показатель H_i составляет 10 баллов у территории, 100 % площади которой за-

нимают ареалы очень острых экологических ситуаций, и 1 балл — у территории, 100 % площади которой занимают ареалы удовлетворительных экологических ситуаций.

На основании рассчитанных фактических значений H , экспертным путем были определены семь групп (рангов) регионов, различающихся по степени экологической напряженности (рис. 4.2).

Таким образом на территории России были выделены геоэкологические (экологические) регионы, для каждого из которых характерны относительное единство природных условий и типов антропогенного (хозяйственного) воздействия, а также определенное сочетание (соотношение) экологических ситуаций, различающихся степенью остроты и содержанием (рис. 4.3, табл. 4.2).

Анализ распределения и соотношения площадей ареалов экологических ситуаций различной степени остроты, характерных для группы регионов одного ранга, позволяет сделать выводы о некоторых особенностях формирова-

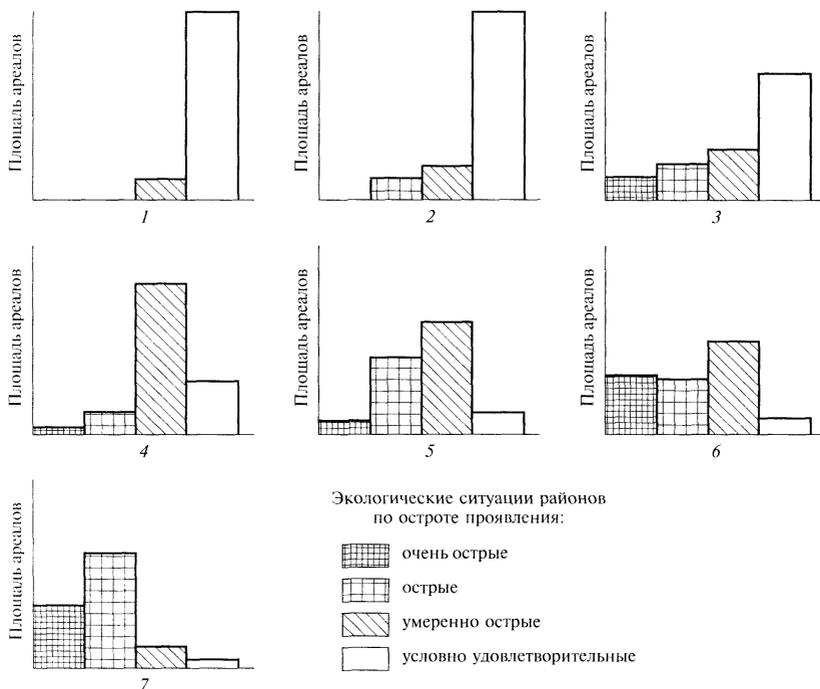


Рис. 4.2. Средние (расчетные) показатели соотношения площадей ареалов с различной остротой экологических ситуаций для районов, принадлежащих к разным рангам (1—7) по степени экологической напряженности:

1 — очень низкая; 2 — низкая; 3 — относительно низкая; 4 — средняя; 5 — относительно высокая; 6 — высокая; 7 — очень высокая

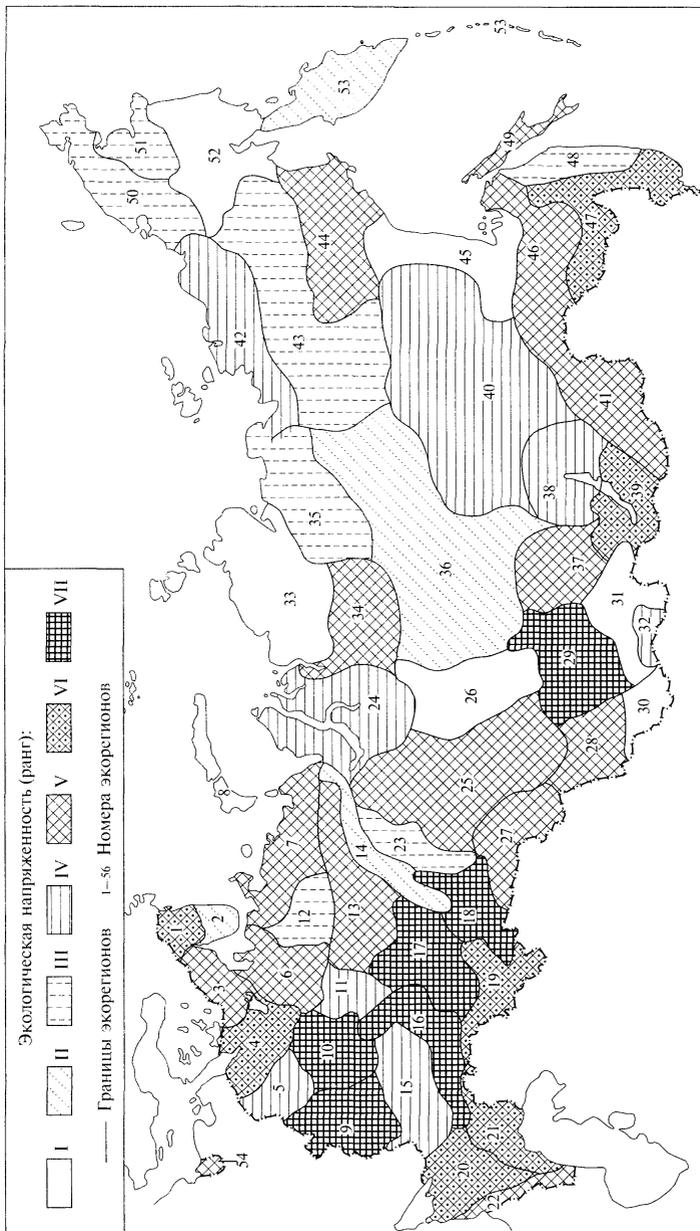


Рис. 4.3. Районирование территорий России по экологической напряженности

Экологические регионы России

№ п/п	Название	Ранг	Экологические проблемы
1	Западно-Кольский	VI	Н В Вш А Т Ох Фа Брз Г Лд Д Р R
2	Восточно-Кольский	II	Д Т Пд Ох Брз
3	Карельский	V	Л Лд Фа О В Н А Ох Брз
4	Прибалтийско-Приозерный	VI	А Г В Ви Вш Пх Лд Фа Т Брз
5	Валдайский	IV	Лд Т Брз О Д
6	Северо-Двинский	V	Лд Л Н В Пх Вш А Брз R
7	Канинско-Печорский	V	Д Н В Вш Пд М Т Брз R
8	Новоземельский	I	Брз Вш R
9	Среднерусский	VII	В Ви Пг Пх Пэ Эо Н А Лд У Брз Р Т О
10	Центрально-Европейский	VII	А Г В Ви Пг Пх Д Лд Н У Брз Р О Т
11	Унженский	IV	Л Лд Т Фа Брз
12	Пинежский	III	Л Лд Брз
13	Печоро-Вычегодский	V	Л Лд В Фа Н А Р Ру R
14	Северо-Уральский	II	Лд Т
15	Приволжско-Придонский	IV	Пг Пэ Пх Эо В Ви Брз
16	Средневолжский	VII	В Ви А Г Н Пг Пэ Пд Пс Пх Эо Ру Д Р Брз
17	Приуральский	VII	Г Ру В Ви А Н Пг Пэ Пд Пх Эо Д Л Лд Брз
18	Центрально-Уральский	VII	Н Лд А В У Т Пэ Брз R Эо Л Фа Пх О
19	Южно-Уральский	VI	Л Пэ Пг Пс Лд Т Н А В Ви У Ру Брз
20	Приазово-Черноморский	VI	Пг Пд Пх Пс Д Н В Ви А Пэ Эо Ру Г Брз Вш О Т
21	Приволжско-Прикаспийский	VI	Д Пд Пс В Ви Ру Н Фа Брз Вш Р Т А О
22	Северо-Кавказский (горный)	V	Лд Эо Т О Н В Ви Пс Пд Вш
23	Зауральский	III	Лд Л Р Фа Т В Пх
24	Ямало-Тазовский	IV	Н А В М Д Фа Т Р Эо Пх R
25	Западно-Сибирский	V	Н М В Ви А Лд Ру Брз
26	Приенисейский	I	Лд Брз
27	Прииртышский	V	Пг Пэ Пс Эо Лд Т А В Ви Пх У Брз
28	Предалтайский	V	Пг Пс Пд Лд Д Эо Н А В Пх У Брз
29	Предсаянский	VII	Н У А Пх В Ви Пд Т Лд Л Эо Д Брз Г
30	Горноалтайский	I	Лд Л Эо Н
31	Горносаятский	I	Л Лд Т
32	Тувинский	IV	Н Л Лд В Ви Фа Т Д
33	Таймырский	I	М Н В Пх Т Д R

№ п/п	Название	Ранг	Экологические проблемы
34	Норильский	V	Н А В Пх М Лд Т О Брз Ох R
35	Северо-Сибирский	III	Н В Пх Т М Д Ох
36	Среднесибирский	II	Н В Пх Д Л Лд М R
37	Ангарский	V	Л Лд Г В Ви Н А Пх У М
38	Северо-Байкальский	IV	Лд Л Эо В Н А Пх М Брз
39	Южно-Байкальский	VI	В Ви А Пх Н Л Лд Эо М Брз R
40	Центрально-Якутский	IV	Л Лд Н Г В Пх А У Т М Ру Брз R
41	Забайкальский	V	Пэ Пд У Д Эо Л Лд В А Н М Брз R
42	Яно-Индигирский	IV	Д Пд Ох Н М В Брз Вш
43	Верхояно-Колымский	III	Д Пэ Н М В А Лд Ру Брз R
44	Магаданский	V	Н М В Пх Л Лд Д Брз R
45	Джугджурский	I	Лд Брз
46	Амурско-Зейский	V	Н Л Лд М В Г Ру А Брз
47	Амуро-Уссурийский	VI	Н В Пг Пэ Пх Лд Л А У Р Т Брз Вш Фа Фл О
48	Сихотэ-Алинский	III	Лд Н В Вш Т Брз R
49	Сахалинский	V	Н Л Лд Пх В Вш Фа Р Брз R
50	Чукотский	III	Д Пд Н Брз М R
51	Анадырский	III	Д Н В М Т Брз
52	Кольмо-Корякский	I	Д Н В М Брз R
53	Курило-Камчатский	II	Р Фа Лд Пэ Н В Пх А Брз Вш R
54	Прибалтийский	V	В Ви Вш А Н О Пг Пх Лд Брз

ния экологической обстановки как совокупности экологических ситуаций, которая в свою очередь определяет экологическую напряженность каждого из выделенных регионов.

Так, в регионах I, II, III рангов абсолютно преобладают площади с условно удовлетворительными экологическими ситуациями, на которых экологические проблемы четко не проявляются. В регионах IV и V рангов преобладают ареалы умеренно острых экологических ситуаций, при этом в регионах V ранга существенно возрастает доля территорий с острыми экологическими ситуациями. Регионы VI ранга характеризуются почти равными относительными площадями с очень острыми и острыми экологическими ситуациями при значительной доле территорий с умеренно острыми экологическими ситуациями. В регионах VII ранга максимум относительной площади приходится на территории с очень острыми и острыми экологическими ситуациями при практически полном отсутствии территорий с относительно удовлетворительной экологической ситуацией.

В итоге общая схема экорегионов России достаточно точно отразила природно-хозяйственные особенности территории страны и связанные с ними современные экологические условия.

Наиболее напряженной экологической обстановкой оказывается в центральной полосе европейской части России и в южных частях Сибири и Дальнего Востока, т.е. в «поясе ойкумены» — наиболее обжитой и освоенной полосе российской территории.

В новейших научных разработках, связанных с оценкой экологической обстановки в стране, схема экорегионов России с успехом применяется в качестве основы. С научно-методической точки зрения эта схема оказалась сопоставимой с аналогичными схемами экорегионов США, Канады и Аляски, что дает возможность проведения еще более широких сопоставлений и аналогий.

4.3. Комплексное районирование территории по экологической и социально-экономической ситуации

Разработка принципов экологического районирования на комплексной основе и создание схемы экорегионов России позволили вести дальнейшие работы по углублению и расширению сферы экологического районирования. Экорегион можно рассматривать не только как целостное природно-хозяйственное образование, но и как более сложную геоэкосоциосистему регионального уровня, как территориальное сочетание, охватывающее системы разной степени сложности и характеризующееся целым комплексом разнотипных показателей (природных, хозяйственных, социально-экономических, организационно-управленческих, административных и др.), которые оказывают влияние на уровень экологической напряженности. Этот подход был заложен в основу создания карты «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации» масштаба 1 : 8 000 000, разработанной в ИГ РАН (рис. 16 цв. вкл.).

Основная трудность, с которой пришлось столкнуться разработчикам карты, — несовпадение границ экорегионов, характеризующихся собственно экологическими показателями, с административными границами, к которым привязаны статистические социально-экономические показатели, необходимые для дополнительной характеристики экорегионов. Чтобы преодолеть это противоречие, экорегион рассматривался как самостоятельное образование, представленное в виде двух отдельных взаимосвязанных блоков: собственно экорегиона и входящих в него полностью или частично субъектов РФ. Блок «экорегион» представлен взятой за основу картой экорегионов России, которая несет основную нагрузку экологических показателей. Цветным фоном показан ранг экологической напряженности (I—VII) каждого экорегиона. Дополнительно в легенде приведен перечень экологических проблем, учитываемых при определении уровня экологической напряженности, но не обозначенных на самой карте. Кроме того, в качестве элементов, дополняющих экологическую характеристику территории, на карту нанесены ареалы ООПТ как элементы экологического каркаса, объекты — источники повышенной антропогенной нагрузки (промузлы) и радиационной опасности, границы северной географической области и ареала распространения пыльных бурь,

обозначающие пределы наименее комфортных территорий по экологическим признакам.

Чтобы оснастить общую карту социально-экономическими показателями, присущими блоку «субъекты РФ» и имеющими экологическое значение, на карту экорегионов была нанесена сетка административно-территориального деления России на субъекты РФ, к которым был привязан комплекс из восьми специально отобранных социально-экономических показателей, ранжированных по 5-балльной системе. Эти показатели сведены в легенде в специальную таблицу (табл. 4.3), а на карте в пределах субъектов РФ показаны в виде комплекса ранжированных индексов.

В каждом субъекте РФ определены доля городских земель и уровень урбанизации. Социально-экономическое положение характеризуется душевым объемом валового внутреннего продукта (ВВП) и долей сырьевых отраслей в общем объеме промышленного производства, дающими представление об общем уровне обеспеченности населения и о роли используемых естественных ресурсов территории. Приведенные данные о доходах и расходах субъектов РФ и средних денежных доходах на душу населения позволяют сопоставить уровень жизни населения с экологической ситуацией на определенной территории.

Особое положение занимает критерий, характеризующий уровень популяционного здоровья населения. Для его определения использован коэффициент суммарной оценки здоровья населения (КСОЗН), предложенный Б. Б. Прохоровым (1998) при проведении антропоэкологического районирования России.

Несмотря на то что здоровье населения зависит от очень сложного комплекса различных социально-экономических и природных факторов, сопоставление уровня здоровья людей с общей экологической напряженностью региона представляет несомненный научный и практический интерес.

Таким образом, на сводной карте районирования в пределах одного экорегиона могли оказаться несколько административных выделов или их частей с индивидуальным набором социально-экономических показателей. В другом случае территория субъекта РФ могла быть разделена на 2—3 ареала с различной экологической напряженностью (по разным экорегионам). Наконец, границы экорегиона могли совпасть с административными.

Такое деление усложняет пользование этой комплексной картой, но значительно повышает ее пространственно-информационную значимость.

Разработанная на основе рассмотренных выше принципов и подходов обзорная карта «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации» дает широкие возможности для общей оценки и сопоставления экологической ситуации и некоторых ее социально-экономических причин в различных регионах страны.

В качестве примеров конкретных характеристик экорегионов разного ранга могут быть рассмотрены фрагменты из экспликации — приложения к карте, содержащего краткое описание регионов.

В пределах европейской территории России экорегионы с очень высоким уровнем экологической напряженности (VII ранг) приурочены к давно освоенным и густонаселенным территориям, где концентрируются крупные города, промышленные центры, зоны интенсивного земледелия. Прежде всего к

Таблица 4.3

Социально-экономические показатели (фрагмент легенды карты «Районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации»)

Индексы показателей, их содержание и размерность	Уровень проявления показателей (шкалы ранжированных значений в баллах от низшего к высшему)				
	1	2	3	4	5
Гз — доля городских земель в общей площади субъекта РФ, %	Гз ¹ < 0,1	Гз ² 0,1—1,0	Гз ³ 1,0—3,0	Гз ⁴ 3,0—5,0	Гз ⁵ > 5,0
Ур — уровень урбанизации — % городского населения в субъекте РФ	Ур ¹ < 50,0	Ур ² 50—63	Ур ³ 63—73	Ур ⁴ 73—83	Ур ⁵ > 83
ВВП — объем валового внутреннего (регионального) продукта, млн руб. на 1 чел. в год	ВВП ¹ < 6,0	ВВП ² 6,6—8,1	ВВП ³ 8,5—11,8	ВВП ⁴ 12,1—16,5	ВВП ⁵ > 18,4
Ср — доля сырьевых отраслей в общем объеме промышленного производства субъекта РФ, %	Ср ¹ 4,4—34,5	Ср ² 35,3—49,4	Ср ³ 50,3—66,0	Ср ⁴ 69,7—84,5	Ср ⁵ 86,3—98,5
Дх — собственные доходы субъектов РФ, % среднего уровня таких доходов в целом по стране	Дх ¹ 7,1—73,5	Дх ² 75,3—127,3	Дх ³ 130—188,7	Дх ⁴ 191,0—327,8	Дх ⁵ 362,0—1977,3
Рх — собственные расходы субъектов РФ, % среднего уровня таких расходов в целом по стране	Рх ¹ 37,8—49,6	Рх ² 50,1—59,6	Рх ³ 60,8—78,7	Рх ⁴ 80,4—151,6	Рх ⁵ 165,0—575,2

Дд — средние денежные доходы населения, отношение к среднему уровню по стране	Дд ¹ 0,25—0,59	Дд ² 0,61—0,80	Дд ³ 0,92—1,12	Дд ⁴ 1,17—1,74	Дд ⁵ 2,42—3,98
Зд — уровень популяционного здоровья, КСОЗН	Зд ¹ Очень низкий 63,5—62,5	Зд ² Низкий 41,5—35,5	Зд ³ Пониженный 21,0—12,5	Зд ⁴ Удовлетворительный 8,0—4,0	Зд ⁵ Хороший < 4,0

Примечания: 1. Гз — по расчетам Института геоэкологии РАН (1997); Ур — по данным Р. В. Татевосова (1999) с учетом мировой шкалы.

2. В состав сырьевых отраслей промышленности включены: энергетика, топливная, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, рыбная промышленность, производство стройматериалов.

3. В 1996 г. средний уровень собственных доходов субъектов РФ составил 778,3 тыс. руб./чел. · год, средний уровень собственных расходов субъектов РФ — 2 818,9 тыс. руб./чел. · год).

4. В 1997 г. средние денежные доходы населения РФ составили 11 749 руб./чел. · год).

5. КСОЗН определяется по пяти показателям: младенческая смертность, средняя ожидаемая продолжительность жизни мужчин, то же — женщин, стандартизованный коэффициент смертности мужчин, то же — женщин (более высокий общий показатель соответствует худшему состоянию здоровья популяции) (Б. Б. Прохоров, 1998).

6. В сравнении с мировыми стандартами хороший уровень здоровья населения в РФ ни где не достигнут.

таким экорегионам относятся *Центрально-Европейский* регион, ядро которого образует Московская городская агломерация с населением около 16 млн человек. Вся территория этого экорегиона делится между ареалами очень острой (37 %) и острой (63 %) экологических ситуаций, которые непосредственно влияют на условия жизни населения. Наиболее серьезные проблемы водоснабжения и загрязнения. Естественная водообеспеченность на душу населения здесь в 50 раз ниже средней по стране; обширные зоны хронического загрязнения территории занимают только в Московской области примерно 30 тыс. км², около 8 млн чел. проживает в зонах сверхнормативного загрязнения.

Приуральский регион также характеризуется очень высокой экологической напряженностью. Острые экологические ситуации сформировались на 74 % территории района в ареалах сельскохозяйственного производства и лесозаготовок, они обусловлены на юге района в степной зоне — ускоренной эрозией почв, дефляцией, вторичным засолением почв, деградацией естественных кормовых угодий; на севере в лесной зоне — обезлесением, интенсивным оврагообразованием, деградацией лесных массивов. Очень острые экологические ситуации составляют 25 % территории и сложились в крупных агропромышленных агломерациях, в местах развития горнодобывающей промышленности. Основные проблемы — комплексное нарушение земель и истощение недр горными разработками, загрязнение и истощение вод суши, загрязнение атмосферного воздуха, деградация лесных массивов (на севере района), химическое загрязнение почв (на юге). Наиболее серьезную угрозу представляют аварийность трубопроводов и возможное загрязнение систем водоснабжения нефтью, около 1,2 млн чел. проживают в зонах потенциально опасных магистральных трубопроводов. Зоны хронического загрязнения территории составляют у г. Перми 5 345 км², вокруг г. Уфы — 1 425 км².

Регионы с относительно высокой экологической напряженностью (V ранг) более многочисленны в пределах Сибири и занимают достаточно большие площади. Это активно развивающиеся территории с интенсивным хозяйственным и транспортным освоением.

Западно-Сибирский экорегион расположен на обширной пологоволнистой равнине в бассейне средней Оби. Лесистость составляет 20—50 %, болота занимают до 80 % территории. Основные виды хозяйственной деятельности — лесозаготовки и лесопромыслы, интенсивная геологоразведка, нефтедобыча, прокладка нефтегазопроводов и транспортных магистралей, транспортное использование р. Оби. На долю умеренно острых природно-экологических ситуаций приходится более 60 % территории экорегиона, очень острых и острых — около 30 %. Острые проблемы связаны с ареалами нефтегазоразработок. Нефтежное загрязнение почв и вод ухудшает местообитания дикой фауны; почти 50 крупных водотоков тюменского севера потеряли рыбохозяйственное значение; уничтожено около 1,3 млн га пастбищ и охотничьих угодий; применение тяжелой техники приводит к нарушению слоя вечной мерзлоты. Возникают глубокие противоречия между традиционным хозяйством коренного населения, экологически наиболее приспособленного к местным природным условиям, и практикой интенсивного нового освоения территории. Зоны хронического загрязнения территории расположены вдоль р. Оби — Нефтеюганск (180 км²), Нижневартовск (660 км²), Сургут (600 км²).

Таймырский регион (I) характеризуется очень низкой экологической напряженностью. Почти на всей территории района (99 %) экологическая ситуация условно удовлетворительная. Острые экологические ситуации, выявленные на 1 % территории, приурочены к небольшим по площади очагам горнодобывающей промышленности. Основные экологические проблемы, свойственные этим участкам, включают нарушение мерзлотного режима почвогрунтов, биоты и режима особо охраняемых природных территорий, комплексное нарушение земель, загрязнение вод и почв.

Предложенное комплексное районирование территории России создает основу для определения четких стратегических и тактических ориентиров и принятия управленческих решений на федеральном и региональном уровнях в целях снижения экологической напряженности в отдельных регионах, а также создания устойчивой системы природопользования, которая, обеспечивая потребности регионов и страны в целом, одновременно поддерживала бы средо- и ресурсоформирующие функции природных ландшафтов.

АТЛАСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

5.1. Структура и классификация экологических атласов

Эколого-географический атлас — не просто набор различных карт, не механическое их объединение; он представляет собой систему карт, органически взаимосвязанных и дополняющих друг друга, построенную в соответствии с назначением атласа и особенностями его использования. Такие атласы могут и должны включать самые разнообразные карты экологической тематики, а также базовые карты природного и социально-экономического содержания. В них могут быть использованы и частные сюжеты, показывающие и/или оценивающие экологические состояния отдельных элементов природной среды, и отраслевые, отображающие экологические проблемы отдельных отраслей хозяйства (сельского, лесного, промышленного и т. п.) (Комплексное экологическое картографирование (географический аспект), 1997).

Комплексный эколого-географический атлас может использоваться как источник систематизированной информации о состоянии среды, факторах ее изменения, условиях жизни и здоровья населения, как инструмент проведения экологической политики, а в научных исследованиях — для выявления закономерностей формирования территориальных экологических проблем в системе «общество — природа».

Требования, предъявляемые к экологическим атласам, наиболее полно раскрытые разработчиками «Экологического атласа России» (Н. С. Касимов и др., 1994), можно считать обязательными для всех подобных картографических произведений. Экологический атлас должен обеспечивать:

- максимально полное и детальное для данного масштаба и уровня изученности отображение фактической экологической информации;
- тематическую полноту и достоверность экологической характеристики всей территории и отдельных регионов;
- отображение синтетических экологических характеристик, районирования территории, оценочных показателей, тенденций развития, прогноза экологических ситуаций, рекомендаций по обеспечению экологической безопасности;
- актуальность информации и возможность ее обновления;
- максимальную наглядность карт, их доступность для широкого круга пользователей.

Структура атласа определяется его назначением и типом, особенностями природы территории, степенью ее изученности и антропогенной трансформации, информационным обеспечением.

А. Г. Исаченко (1990) в соответствии с предполагаемыми этапами эколого-географических исследований предложил следующую структуру эколого-географического атласа:

- 1) экологический потенциал природных геосистем;
- 2) хозяйственное воздействие на геосистемы и техногенные экологические аномалии;
- 3) влияние природной среды на население;
- 4) устойчивость геосистем к техногенным воздействиям;
- 5) прогноз экологических проблем;
- 6) экологические нормативы и пути оптимизации географической среды.

Предложенная структура в общих чертах выдерживается в большинстве современных атласов. Не исключено также расширение тематики атласа и включение новых блоков в зависимости от общей направленности исследований. Так, при разработке «Эколого-географического атласа Украины» приоритет отдавался историческому подходу, который нашел отражение в структуре этого картографического произведения. Основные его структурные блоки следующие: этапы эволюции природы и воздействия общества на природную среду; последствия воздействия общества на природу; эколого-географическая оценка состояния среды и прогноз ее состояния; эколого-географические проблемы регионов республики (Л. Г. Руденко, А. И. Бочковская, 1992).

Создатели «Эколого-географического атласа Республики Татарстан» большое внимание уделили экономическим, демографическим, социальным и этническим аспектам, включив соответствующие блоки, в которые вошли карты, отражающие социальный и научный потенциал республики, ее экономические связи, распространение инноваций, этноэкологические особенности и т. д. (О. В. Мишина и др., 2000).

А. М. Берлянт (2001) среди эколого-географических атласов выделяет следующие: факторов воздействия на среду и отдельные ее компоненты; последствий воздействия и загрязнения среды; экологических ситуаций; условий жизни населения; экологической безопасности.

В настоящее время наиболее важными классификационными критериями являются масштаб и территориальный охват, а также степень интеграции информации. На основе первого критерия целесообразно среди атласов выделять следующие группы:

- общенациональные — масштаб мельче 1 : 10 000 000;
- региональные — масштаб 1 : 200 000 — 1 : 10 000 000;
- локальные (детальные) — масштаб крупнее 1 : 200 000.

Пример *общенационального* атласа — «Экологический атлас России», основные карты которого выполнены в масштабах 1 : 20 000 000 и 1 : 30 000 000.

В *региональных* атласах обычно рассматривается отдельный субъект федерации (реже — их сочетание), поэтому масштаб определяется площадью территории. Так, для «Эколого-географического атласа Карачаево-Черкесской Республики» (2001) использовался масштаб 1 : 560 000, а для «Экологического атласа Ростовской области» (2000) — 1 : 2 500 000.

Следует отметить, что как в федеральных, так и в региональных атласах часто применяется сочетание карт разных масштабов. Для карт-врезок используются как более мелкие масштабы (обзорные карты), так и более крупные (детальное изображение некоторых объектов).

Атласы *локального* пространственного уровня представлены в основном атласами городов, промышленных узлов, административных районов. Кроме того, могут составляться атласы локальных территорий (при необходимости оценки экологического состояния): ООПТ, участков перспективного освоения, зон воздействия предприятий.

По тематике и степени интеграции информации экологические атласы можно разделить на *комплексные* и *отраслевые*. Комплексные атласы характеризуют экологическую ситуацию в целом, к ним относится большинство региональных атласов. В отраслевых при наличии общей характеристики экологической ситуации особое внимание уделяется определенному ее аспекту («Окружающая среда и здоровье населения России», «Туберкулез и окружающая среда Саратовской области», «Эколого-экономический атлас Республики Татарстан») либо оценке воздействия отдельной отрасли хозяйства («Эколого-энергетический атлас Ростовской области»).

5.2. Национальные атласы

В 1993 г. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов приняло программу «Экологическая безопасность России». Одним из основных направлений ее реализации стал проект *экологического атласа России*. Экологический атлас задумывался как фундаментальное научно-справочное картографическое произведение, характеризующее экологическую обстановку в России и определяющие ее условия и факторы, тенденции изменения экологического состояния территорий, меры по достижению экологического равновесия (Н. С. Касимов и др., 1994).

Предполагалось, что атлас создаст научно-методическую и информационную основу для формирования баз и банков экологической информации, для развертывания Экологической ГИС России и ее регионов. Электронная версия атласа должна обеспечить:

- единую систему географической привязки данных, взятых из разных источников (картографических, аэрокосмических, наземных наблюдений, статистических и др.);
- автоматическое ведение (обновление) баз данных;
- постоянное обновление атласа;
- генерирование новой производной информации на основе синтеза имеющихся данных;
- принятие решений на основе применения ГИС-технологий.

«Экологический атлас России» вышел в свет в 2002 г. В работе над созданием первого экологического атласа страны принимали участие ведущие ученые-географы и картографы географического факультета МГУ, а также Института географии РАН, Всероссийского научно-исследовательского информационного центра по лесным ресурсам, Института географии СПбГУ, Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Института глобального климата и экологии РАН, Росгидромета, Института этнологии и антропологии РАН, Международного института леса, Почвенного института им. В. В. Докучаева, Центра демографии и экологии человека РАН. Атлас включает 68 основных карт и 32 дополнительных в виде карт-врезок и

анаморфоз. Основные карты составлены в масштабах 1 : 20 000 000, 1 : 30 000 000, 1 : 37 000 000; дополнительные — в масштабах 1 : 6 000 000, 1 : 6 500 000, 1 : 8 000 000 и 1 : 13 000 000. В пояснительных текстах к картам описывается методика их создания, анализируются картографируемые объекты и явления. Атлас содержит большое количество фотографий, иллюстраций, диаграмм. В справочный раздел помещены таблицы и списки, дополняющие карты атласа.

Атлас состоит из шести разделов: 1) условия формирования экологической обстановки; 2) антропогенные воздействия на природную среду; 3) изменения природной среды; 4) экологическое состояние природной среды; 5) медико-экологическая обстановка; 6) экологическая обстановка и охрана природы.

В первый раздел включены карты общенаучного содержания: «Ландшафты», «Экологический потенциал ландшафтов», «Почвы», «Население», «Типы поселений и расселения», «Народы», «Земельные угодья». Они служат основой для многих оценочных и прогнозных карт последующих разделов. Главной в этом ряду является ландшафтная карта, ставшая базовой при разработке многих карт: «Сельскохозяйственная освоенность ландшафтов», «Антропогенные нагрузки на ландшафты», «Эколого-географическая обстановка» и др.

Карты второго раздела характеризуют основные направления воздействия человека на природную среду, проявляющиеся в процессе природопользования. Так, карта промышленных выбросов загрязняющих веществ показывает вещества, в наибольшем количестве попадающие в атмосферу, воды и почвы. Карта горнодобывающей промышленности отображает воздействия на рельеф и недра, возникающие при добыче полезных ископаемых. Современный уровень сельскохозяйственной освоенности ландшафтов показан на одноименной карте. Большое внимание уделено лесам: на пяти картах приведена информация о сокращении лесистости страны в связи с вырубками, пожарами, неблагоприятными погодными условиями, болезнями и т.д.

Транспортное воздействие охарактеризовано с помощью четырех карт. Представление о распределении токсичных отходов по субъектам федерации дает карта «Токсичные отходы». Места образования и захоронения радиоактивных отходов отмечены на карте «Источники радиационного загрязнения». Раздел завершает итоговая обзорная карта «Антропогенная нагрузка на ландшафты».

Изменения экосистем, вызванные рассмотренными во втором разделе атласа воздействиями общества на природную среду, показаны на картах третьего раздела, отражающих разнообразные последствия воздействий на различные компоненты природы: рельеф, воды, грунты, почвы, растительность и животный мир.

Карта активизации мерзлотных процессов иллюстрирует степень их проявления в различных природных условиях на территории России. Распространение негативных процессов, обусловленных земледельческим природопользованием, показано на картах деградации почв и водной и ветровой эрозии. Карты антропогенных изменений русел и пойм рек, водохранилищ отражают процессы, влияющие на водный режим. Карты «Обеднение растительного мира» и «Обеднение животного мира» стали первой попыткой целостного отображения изменений растительного и животного мира России. На них зафиксированы значительные сокращения видового разнообразия и разрушения местобитаний в густонаселенных областях.

В разделе «Экологическое состояние природной среды» выделяются три группы карт: общей геохимической обстановки; природных факторов и условий самоочищения отдельных компонентов природной среды от различных видов загрязняющих веществ; интегральной оценки экологического состояния элементов геосистем. Карты первой группы раскрывают условия миграции загрязняющих веществ. Они базируются на ландшафтной и почвенной картах первого раздела, а также на картах отдельных свойств почв — засоления и гидроморфизма. Возможности самоочищения природной среды представлены на картах второй группы, отображающих содержание пестицидов и тяжелых металлов в почвах, загрязняющих веществ в поверхностных водах, а также факторы, определяющие естественные возможности выноса загрязняющих веществ из почв и вод. В третью группу включены карты оценки степени загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв, уровня нарушенности речных русел, лесов и природных кормовых угодий.

Пятый раздел «Медико-экологическая обстановка» отражает уровень здоровья населения, связанный с состоянием природной среды. Раздел открывает серия карт состояния здоровья населения. Прежде всего это карты, характеризующие потери жизненного потенциала населения (мужчин и женщин в городах и сельской местности). Следует отметить, что этот демографический показатель впервые использован в отечественных атласах.

Опасность загрязняющих веществ для здоровья людей рассмотрена на примере ряда супертоксиантов: стойких органических загрязнителей, свинца, бенз(а)пирена, сероуглерода и фтористого водорода. На соответствующих картах показаны города, где отмечается наибольшее вредное воздействие на организм человека каждого из этих веществ. Затем следует характеристика заболеваемости населения болезнями органов дыхания и пищеварения. Связь онкологической заболеваемости с экологической обстановкой выявляется на примере Челябинской области.

Общая картина медико-экологической обстановки представлена на картах «Медико-экологическое районирование» и «Санозекологическая обстановка», учитывающих широкий спектр условий жизни и деятельности человека, как природных, так и антропогенных.

Карты шестого раздела завершают последовательное рассмотрение в атласе взаимоотношений природы и общества: от воздействия общества на природу — к изменениям природной среды вследствие этих воздействий и формированию элементов экологической обстановки в России. Карта демоэкологической обстановки соединяет характеристики экологического состояния и населения страны, показывая прямую зависимость экологического состояния территории от ее населенности.

Итоговая комплексная карта эколого-географической обстановки построена на базе карты природных ландшафтов и их использования как земельных угодий. На ней показана поэлементная оценка состояния поверхностных вод, пахотных земель, природных кормовых угодий, лесов и экономических центров. Эта карта служит базой для разработки рекомендаций по совершенствованию природопользования, которые отражены на отдельных картах охраны природы в виде системы различных мероприятий. На карте особо охраняемых природных территорий показано отношение площади заповедников и заказников к общей площади субъекта федерации.

Таким образом, на картах впервые созданного «Экологического атласа России» конкретно и наглядно отображено взаимодействие природы и общества, дана оценка экологического состояния территории страны по многим частным и комплексным показателям. В атласе представлена обширная информация, позволяющая исследовать экологическую обстановку в целях ее оптимизации, разработки и реализации государственной экологической политики, образования, повышения экологической культуры. Атлас имеет большое значение для оценки экологического состояния не только России, но и Евразии и всего мира.

Атлас «Окружающая среда и здоровье населения России» (1995) содержит более 300 карт, объединенных в четыре блока: 1) население России; 2) факторы, формирующие здоровье населения; 3) здоровье населения; 4) средства и перспективы факторов, формирующих здоровье населения.

В первый блок включены картограммы, характеризующие демографическую ситуацию в России и ее изменения в 1989—1992 гг. по регионам. Раздел включает карты, отражающие численность и возрастной состав населения, рождаемость, смертность и естественный прирост населения. Представлены карты, характеризующие такие важные обобщенные демографические показатели, как демографическая нагрузка (число детей до 14 лет и людей пенсионного возраста на 100 человек трудоспособного возраста) и соотношение полов в разных возрастных группах населения. Впервые в практике демографического картографирования представлены карты, полученные в результате многомерной классификации субъектов РФ по совокупности однородных демографических показателей.

Наиболее объемным является второй блок, включающий 132 карты, посвященные характеристике природных условий (карты потенциала загрязнения атмосферы, оценки дискомфорта климата, водных ресурсов, растительности, устойчивости экосистем и др.), хозяйственной деятельности и ее влияния на окружающую среду (карты размещения хозяйственных комплексов, радиационной опасности, загрязнения воздуха, состояния и использования растительности, интегральной оценки антропогенной нагрузки и т.д.), социально-бытовых и производственных условий, влияющих на здоровье населения (карты качества жилья и питания, уровня образования, факторов социально-экономической напряженности).

Карты третьего блока всесторонне и полно отображают уровень здоровья населения страны. Приведена детальная характеристика заболеваемости населения и отдельных групп (новорожденных, детей и подростков), инвалидности и смертности; показаны территориальные особенности размещения зооантропонозов и биогельминтозов; исследовано состояние здоровья населения промышленных городов в связи с загрязнением атмосферного воздуха. Особое место в атласе занимают картограммы разнообразных демографических индексов, основанных на данных по смертности населения. Авторы атласа подбирали данные для картограмм таким образом, чтобы они позволяли оценивать межрегиональные различия состояния здоровья и факторов качества жизни, изучать взаимосвязи между этими факторами и здоровьем, выявлять природные, демографические и экономические причины потерь здоровья.

В заключительном блоке помещены карты, содержащие информацию об уровне и качестве медицинского обслуживания, охране окружающей среды,

развитии экономических реформ и перспективах решения социально-экологических проблем России.

Атлас содержит большой фактический материал, но лишен основных черт атласа как системного произведения (отсутствуют математические и географические основы, большая часть карт представлена способом картограмм по субъектам РФ, не указан масштаб карт).

5.3. Региональные атласы

Интересным опытом создания регионального атласа с экологическим содержанием можно считать комплект карт, представленных в работе *«Экологические ситуации северных территорий России»*. По существу это созданный в 1991—1992 гг. в Институте географии РАН авторский оригинал карты, выполненной в масштабе 1 : 4 000 000 и оформленной в виде атласа на пяти двойных региональных листах: «Север европейской территории России», «Север Западной Сибири», «Север Средней Сибири», «Северные территории Восточной Сибири», «Север Дальнего Востока».

Эта карта создавалась с целью охарактеризовать крайконтинентальные районы, прилегающие к северному побережью страны, с точки зрения современного состояния природы и его экологического влияния на человека и хозяйственную деятельность.

При разработке данной карты использовалась общая методика эколого-географического анализа территории, согласно которой определение экологических проблем ведется по оценке изменений отдельных компонентов природы и степени трансформации природных комплексов (ландшафтов) в целом. При выявлении пространственной локализации экоситуаций (комплекса экологических проблем) применялись принципы картографического анализа, дополняемого анализом литературных и статических источников. Однако информационное обеспечение этой работы оказалось весьма неоднородным для различных частей рассматриваемой территории. Наименее изученными, в том числе и в картографическом отношении, были крайконтинентальные районы на севере Средней Сибири и на Дальнем Востоке. Анализ и территориальная привязка имеющейся информации по этим регионам проводились на основе отдельных литературных источников или путем интерпретации мелко-масштабных карт, отражающих данные по земельным угодьям и плотности населения на всей территории Российской Федерации. При анализе ряда районов использовались материалы региональных комплексных атласов.

Оформление результатов исследования в виде двух совмещающихся карт — собственно карты экологических ситуаций и предваряющей ее карты природно-ландшафтной дифференциации территории — диктовалось особенностями природы и характером современной хозяйственной освоенности северных территорий, в пределах которых еще сохраняются значительные пространства природных ландшафтов, заслуживающие более подробной характеристики их естественных угодий.

Основная карта атласа показывает ареалы комплексного проявления экологических проблем — экоситуации, признанные наиболее острыми на соответствующих территориях. Легенда этой карты, общая для всех региональных

листов, построена в соответствии с методикой картографирования экологических проблем и ситуаций, разработанной в ИГ РАН.

Она отражает пять групп показателей:

1) ареалы проявления экологических проблем и ситуаций наибольшей остроты на суше и на акваториях, в пределах которых наличие отдельных острых проблем обозначено соответствующими индексами (А — общее загрязнение атмосферы, Ат — термическое загрязнение атмосферы, В — общее истощение и загрязнение вод суши, Вх — химическое загрязнение вод, Внфт — нефтяное загрязнение вод, Гг — изменение гидрологического режима, Гх — изменение гидрохимического режима, Гт — изменение гидротермического режима, Фс — развитие серного фитопланктона, Пх — химическое загрязнение земель, Пд — дефляция рыхлых почвогрунтов, Пэ — активизация эрозионных процессов, Л — обезлесение, Лд — деградация лесных массивов, Д — деградация оленьих пастбищ, Бр — нарушение растительного покрова, Бж — истощение и уничтожение местообитаний ценных промысловых животных, Бв — нарушение местообитаний промысловых рыб, Бд — нарушение местообитаний донных рыб, Пр — истощение рыбных ресурсов, Н — комплексное нарушение земель и недр, М — нарушение мерзлотного режима и почвогрунтов, У — утрата продуктивных земель, К — нарушение режима особо охраняемых территорий, О — ухудшение рекреационных качеств ландшафта, Х — радиоактивное загрязнение);

2) распространение отдельных экологически неблагоприятных свойств среды;

3) границы территорий с экологически неблагоприятными природными условиями;

4) экологически опасные объекты;

5) особо охраняемые природные территории.

Такое построение легенды позволяет не только отразить общее экологическое состояние северных территорий России, но и заострить внимание на отдельных регионах и объектах с наиболее сложной экологической обстановкой.

Карта природно-ландшафтной дифференциации северных территорий России, также представленная в атласе на пяти листах, по существу служила основой для определения экологических проблем и ситуаций, напрямую связанных с особенностями современных природных и природно-антропогенных ландшафтов каждого региона. Она построена на базе карты «Ландшафты СССР» масштаба 1 : 4 000 000, изданной в 1988 г. под редакцией А. Г. Исаченко.

В легенде карты природно-ландшафтной дифференциации отражены, прежде всего, зональная и азональная структуры современных ландшафтов российского Севера, передаваемая на карте цветом. Выделены зонально-секторные типы ландшафтов, присущие каждому из рассматриваемых регионов и отмеченные номерами, которые указаны и на карте, и в легендах, сопровождающих отдельно каждый региональный лист атласа (рис. 7 цв. вкл., табл. 5.1). Совмещение карты экологических ситуаций и карты природных ландшафтов, которые непосредственно сопряжены в атласе, обеспечивает информацию о взаимосвязях экологических ситуаций с природными факторами, что особенно важно в условиях Севера.

Важно и то, что каждый выделенный тип ландшафта охарактеризован с точки зрения экологически значимых (ценных и неблагоприятных для челове-

Таблица 5.1

Природно-ландшафтная дифференциация территории севера Западной Сибири

Зонально-секторные типы ландшафтов (по природным областям)	Экологически значимые природные факторы	
	ценные	неблагоприятные
I. Обь-Карская тундровая область		
1. Аккумулятивно-морские песчаные и песчано-глинистые низменные равнины; 2. Моренно-эрозионные низменные равнины, часто заболоченные	Ягельники, места нереста промысловых рыб, местообитания промысловых животных (песец, лисица), гнездовья водоплавающей дичи, лежбища морских промысловых животных	Рыхлые породы, подверженные водной и ветровой эрозии; высокая льдистость многолетне-мерзлых пород, создающая опасность термокарста и термоэрозии; низкая биопродуктивность; затрудненный сток, опасность аккумуляции загрязняющих веществ
II. Обь-Тазовская тундрово-таежная область		
3. Холмистые моренные возвышенные равнины с участками камов	Местообитания промысловых животных (белка, бурундук, соболь) и птиц (глухарь, рябчик)	Повышенная активность эрозионных процессов
4. Моренно-эрозионные низменные равнины, сильно заболоченные	Торфяные залежи, местообитания промысловых рыб, места распространения дикого северного оленя	Затрудненный сток, повышенная опасность аккумуляции загрязняющих веществ; высокольдистые породы, подверженные термокарсту
5. Зандровые низменные равнины	Ягельники, местообитания промысловых рыб	Рыхлые породы, подверженные водной и ветровой эрозии; пожароопасные типы растительности
6. Древнеаллювиальные, древнедельтовые, аллювиально-зандровые песчаные низменные равнины	Ягельники, местообитания промысловых животных и птиц (белка, бурундук, соболь, глухарь, рябчик)	Рыхлые породы, подверженные водной и ветровой эрозии; пожароопасные типы растительности
III. Тазо-Енисейская тундрово-таежная область		
7. Моренные низменные равнины, часто заболоченные	Местообитания промысловых рыб	Затрудненный сток, повышенная опасность аккумуляции загрязняющих веществ
8. Моренные возвышенные равнины с высокими коренными холмами и грядами	Местообитания промысловых животных и птиц (белка, бурундук, соболь, глухарь, рябчик)	Эрозионные формы рельефа; опасность ускоренной эрозии

Зонально-секторные типы ландшафтов (по природным областям)	Экологически значимые природные факторы	
	ценные	неблагоприятные
9. Глубоко расчлененные ступенчатые возвышенные равнины на туфах, терригенных породах, с траппами	Наличие стройматериалов	Солифлюкция; каменные осыпи на склонах; каменистость почв; низкая биопродуктивность
10. Глубоко расчлененные ступенчатые возвышенные равнины и плоскогорья на древних лавах с каньонообразными котловинами и озерами в тектонических трещинах	Живописные ландшафты	Застой воздуха в котловинах, возможны смоги, температурные инверсии
11. Поймы равнинных рек	Высокопродуктивные луга, места нагула осетровых, лососевых рыб	Обеднение флористического состава
IV. Полярный Урал		
12. Увалистые возвышенные предгорья	Ягодники, живописные ландшафты	Лавинопасность; каменистость грунтов; эрозионная опасность
13. Складчато-глыбовые низко- и среднегорья, отдельные кряжи	Живописные ландшафты (каровые озера и т.п.)	Низкая биопродуктивность

ка) природных факторов. Выявленные экологически значимые свойства северных ландшафтов имеют отчетливый зонально-региональный характер. Из неблагоприятных свойств для северных территорий России наиболее существенны следующие: низкая биопродуктивность, определяющая малую скорость восстановления растительного покрова после антропогенных нарушений; низкая самоочищающая способность вод, обусловленная пониженными температурами; наличие многолетнемерзлых и поэтому неустойчивых грунтов, повышающее опасность аварий при строительстве и эксплуатации технических сооружений. На отдельных территориях к числу ценных компонентов и свойств могут быть отнесены местообитания промысловых животных, места гнездования промысловых птиц и нерестилища промысловых рыб, значительные площади естественных оленьих пастбищ (главным образом, ягельных).

Современная структура природопользования в северных районах России определяется двумя основными типами хозяйства: традиционными видами хозяйствования северных народов (оленоводство, рыболовство, охотничий промысел) и деятельностью, связанной с разведкой, добычей и транспортировкой минерального и углеводородного сырья, заготовкой, транспортировкой и переработкой древесины. Развитие видов природопользования второго типа влечет за собой значительное увеличение численности и плотности населения, что обычно приводит к обострению экологических ситуаций.

Степень влияния хозяйственной нагрузки на территорию при создании карт атласа определялась главным образом экспертным способом, а в качестве по-

казателей, характеризующих экологические проблемы, были использованы либо данные имеющихся стационарных наблюдений (например, по загрязнению рек), либо обобщенные характеристики среды, показанные на специальных картах (ареалы «кислых дождей» и др.).

В целом, исходя из изложенных выше критериев оценки остроты экологических ситуаций, экологическую обстановку на северных территориях России можно определить как неоднородную. На европейском севере и на севере Западной Сибири она характеризуется как критическая, имеющая тенденцию к ухудшению. На северо-востоке Сибири и на севере Дальнего Востока экологическая обстановка в целом менее напряжена, однако и здесь выделяются ареалы с крайне неблагоприятной экологической ситуацией, площади и количество которых постоянно увеличиваются. Наиболее благополучным представляется район п-ова Таймыр, где на значительных пространствах еще сохраняются естественные ландшафты.

Прогрессирующее обострение экологической обстановки в северных районах России связано главным образом с активным наращиванием промышленного потенциала, интенсивным развитием горнодобывающей промышленности, транспорта и жилищного строительства в этих крайне уязвимых северных ландшафтах, в условиях легко дестабилизируемой природной среды с низким потенциалом самовосстановления.

Полученные таким образом данные, зафиксированные на листах представленного атласа, свидетельствуют о необходимости разработки более активных природоохранных мер, направленных на рационализацию освоения северных территорий. При этом следует иметь в виду, что в отдельных районах сильным экологически дестабилизирующим фактором может быть традиционное хозяйство, главным образом оленеводство, а также промысел морского зверя. Из-за отсутствия надежных данных в процессе работы над атласом «Экологические ситуации северных территорий России» роль традиционного хозяйства в полной мере не могла быть оценена, так же как не было охарактеризовано значение браконьерства, достаточно распространенного среди пришлого населения в районах нового освоения Севера.

Несомненно, что все материалы, собранные в атласе, могут быть широко использованы при проектировании дальнейшего хозяйственного освоения северных крайконтинентальных регионов страны.

Концепция регионального атласного картографирования успешно разрабатывается в Институте географии СО РАН (Региональный экологический атлас (концепция, проблематика, научное содержание), 1998). По мнению авторов концепции, направляющими принципами создания базовых картографических произведений должны быть принципы системной целостности и функциональности. Методика картографирования должна обеспечивать моделирование структуры атласа и взаимосвязей между элементами его содержания в соответствии с конкретными особенностями отображаемых территориальных систем; выбор функциональных типов карт; внутреннее единство произведения.

Внутреннее единство обеспечивают разработка общей программы создания произведения и согласование карт в процессе выполнения авторских работ, которое предусматривает целесообразную последовательность построения тематических карт, установление общих принципов и уровня генерализа-

ции тематического содержания, соответствие легенд, повторяющихся (в нескольких картах) объектов, контуров взаимосвязанных объектов, единый подход к оформлению карт и т. д. (А. Р. Батуев, 2003).

Функциональное назначение карт с учетом их тематического и специального содержания предопределяет блочно-модульную организацию структуры базового картографического произведения (блоки по тематическому содержанию и модули по функциональному назначению) на основе двухрядного принципа классификации (рис. 5.1).

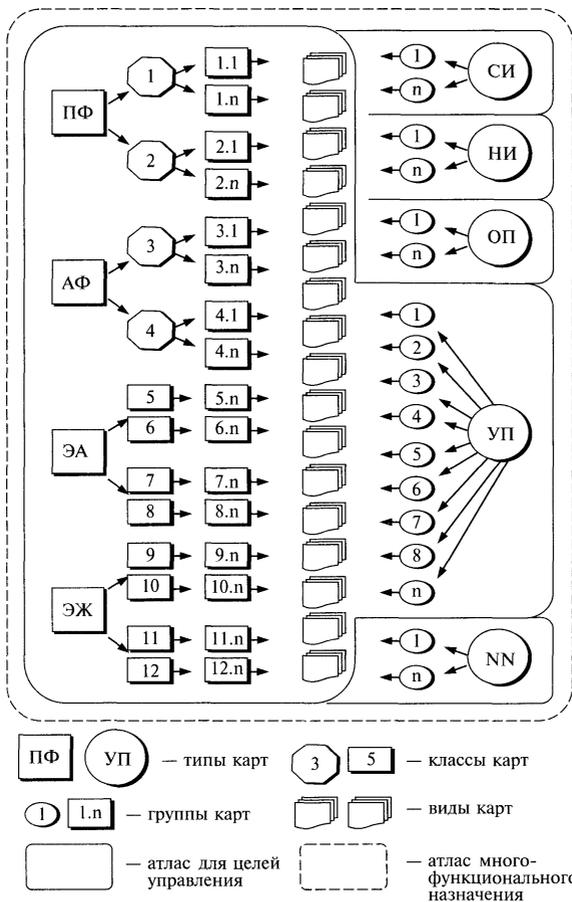


Рис. 5.1. Схематическое представление двухрядного содержательно-функционального принципа классификации экологических карт (А.Р. Батуев, 2003)

Принцип блочно-модульной организации применен при создании «*Экологического атласа Иркутской области*», объединяющего 212 карт. Атлас состоит из ряда блоков (А. Р. Батуев, 2003):

- природные факторы формирования экологической обстановки (геологические, геоморфологические, гидролого-климатические, почвенные и биотические, комплексные ландшафтные);
- антропогенные факторы формирования экологической обстановки;
- качество среды и вторичные ресурсы;
- состояние биоты и кадастровая оценка биологических ресурсов;
- здоровье населения и качество жизни.

«*Экологический атлас Ростовской области*» (2000) представляет собой итог комплексного исследования, посвященного оценке состояния окружающей среды и здоровья населения области. Цель создания атласа — обеспечить органы областной администрации, местного самоуправления, широкие слои населения всесторонней и объективной информацией, собранной в едином документе, для принятия решений в области природоохранной политики (В. Е. Закруткин и др., 1999).

В качестве основной операционно-территориальной единицы выбран административный район. Главными принципами при составлении «*Экологического атласа Ростовской области*» были системность, последовательность, комплексность, приоритетность антропоцентрического подхода. Атлас включает 50 карт, выполненных в масштабе 1 : 2 500 000.

При проведении экологического районирования использовалась комплексная экологическая оценка, образованная двумя основными составляющими: медико-демографической и собственно экологической. В основу экологического районирования были положены критерии, рекомендованные Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия (1992), дополненные методическими разработками авторов атласа. В частности, были разработаны количественные показатели критериев выделения промежуточных ситуаций (напряженной и критической), которые отсутствуют в указанном документе.

Карты сгруппированы в пять блоков, отражающих последовательность процедуры экологической оценки и районирования. Первый блок характеризует природно-экологические особенности территории, второй — население и антропогенную нагрузку, третий — загрязнение и степень деградации окружающей среды. В четвертый блок сведены данные по демографической ситуации, состоянию здоровья населения и природно-очаговым заболеваниям. Каждый из четырех блоков завершается итоговой картой, представляющей второй уровень оценки. Последний блок «*Экологическая оценка и районирование*» включает серию промежуточных оценочных карт и составленную на их основе интегральную карту экологического районирования. Таким образом, структура атласа отражает последовательную процедуру экологической оценки от тематических карт первого уровня через эколого-оценочные покомпонентные карты второго уровня к итоговой карте экологического районирования (*Экологический атлас Ростовской области*, 2000).

При разработке ряда карт атласа использовался принцип балльной оценки на основе пятиступенчатой шкалы: наименее благоприятная ситуация оценивалась пятью баллами, наиболее благоприятная — одним. По такому принци-

пу составлены все медико-экологические карты и частные оценочные карты, а также интегральная карта экологического районирования.

Природно-экологические особенности, рассматриваемые с двух позиций, покомпонентно и комплексно, отражены на 14 картах. Для характеристики литогенных компонентов составлены физическая и геоморфологическая карты; гидроклиматогенные компоненты отражены на следующих картах: «Годовая сумма осадков и их доля за теплый период», «Агроклиматические ресурсы», «Средний годовой местный сток и его ресурсы на душу населения». Биогенные компоненты охарактеризованы тремя картами: почв, запасов гумуса, охраняемых территорий.

Завершает блок группа ландшафтных карт (природных ландшафтов, экологического потенциала), а также карт физико-географического районирования, устойчивости экосистем и буферности почв. Итоговой является карта «Интегральная оценка по природным факторам», в основу которой положены показатели экологического потенциала природных ландшафтов и устойчивости экосистем, оцениваемые по пятибалльной шкале.

Блок «Антропогенная нагрузка» представлен серией карт, на которых отражены количественные показатели техногенного давления на среду и человека. Это карты плотности населения, сельскохозяйственной, промышленной и транспортной нагрузки, а также карта суммарной антропогенной нагрузки.

Третий блок, «Загрязнение и деградация окружающей среды», характеризует антропогенные изменения ландшафтов, прежде всего химическое загрязнение отдельных компонентов (воздух, поверхностные воды, почвы, растительность). Состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод отражено на картах комплексного индекса загрязнения атмосферы, гидрохимических показателей водных объектов, изменения гидрогеологических условий и оценки качества питьевой воды.

Деградация почвенного покрова показана на картах водной и ветровой эрозии, потерь гумуса, загрязнения почв тяжелыми металлами, степени деградации земель. Состояние агроценозов представлено на картах загрязнения растительной сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами и мышьяком и частной оценки пахотных земель по продуктивности сельскохозяйств.

Важнейшее место в анализе экологической ситуации занимает блок «Здоровье населения», состоящий из 16 карт. В нем выделяется три подблока: демографическая обстановка и изменения репродуктивного здоровья населения, общая заболеваемость населения и маркерные заболевания у детей, природно-очаговые заболевания. В первом подблоке рассматриваются следующие показатели: рождаемость, общая и младенческая смертность, осложнения течения беременности, врожденные пороки развития. Во второй подблок вошли карты, отображающие сведения о новообразованиях у детей, общей заболеваемости, психических заболеваниях, болезнях крови и щитовидной железы у детей. Интегрирование данных первого и второго подблоков позволило составить оценочную карту состояния здоровья населения. В третьем подблоке представлено распространение на территории Ростовской области природно-очаговых заболеваний: сибирской язвы, крымской геморрагической лихорадки, чумы, туляремии, лептоспирозов. Общая оценка потенциального риска, связанного с этими болезнями, отражена на карте «Эндемичность по природно-очаговым заболеваниям».

При разработке методики интегральной оценки состояния окружающей среды и районирования территории Ростовской области по степени экологической напряженности авторы атласа исходили из следующих принципиальных требований (В. Е. Закруткин и др., 1999):

- критерии (показатели) уровня экологической напряженности должны, с одной стороны, быть типичными для всех административных районов области, вне зависимости от их географического положения, а с другой — наиболее ярко отражать эффект воздействия неблагоприятных экологических факторов;

- все карты экологической оценки, как промежуточные, так и интегральные, должны строиться на основе единого принципа, принятого в данной работе, — балльной оценки;

- при прочих равных условиях более напряженными в экологическом отношении считаются административные районы с большей плотностью населения.

Из обширного перечня показателей уровня экологической напряженности выбраны те, которые составляют основу трехзвенной экологической цепи: антропогенная нагрузка (промышленная, сельскохозяйственная, транспортная) → загрязнение окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды, почв и сельхозпродукции) → здоровье человека. Каждый из них оценивался по пятибалльной шкале в зависимости от остроты, частные баллы суммировались, а ранжирование суммы дало итоговые оценки напряженности экологической ситуации в отдельном административном районе.

Однако проведенная таким образом оценка не позволяла в полной мере судить о степени опасности той или иной экологической обстановки, поскольку не учитывала численность населения, подвергающегося воздействию неблагоприятных экологических факторов. Поэтому в дальнейшем интегральная оценка была скорректирована с учетом плотности населения.

Анализ заключительной карты атласа «Экологическое районирование» (рис. 18 вкл.) позволяет выявить некоторые закономерности территориальной дифференциации Ростовской области по степени остроты экологической ситуации. Наиболее неблагоприятная (кризисная) экологическая ситуация характерна для пяти западных и юго-западных районов с самыми благоприятными природными условиями, максимальными плотностью населения и уровнем антропогенной нагрузки. Острота экологической ситуации снижается в северном и юго-восточном направлениях, где расположены сравнительно малонаселенные и слабо освоенные районы с более суровыми природными условиями. Примечательно, что около 60 % населения Ростовской области проживают в обстановке экологического кризиса и лишь 5 % — в относительно удовлетворительной обстановке.

5.4. Экологические атласы городов

Принципы и задачи эколого-географического картографирования городов. Решая проблему эколого-географического картографирования городской среды, В. З. Макаров с соавторами (2002) сформулировали принципы геосистемности, экосистемности, историзма, географичности.

Принцип геосистемности предполагает представление города в виде сложной природно-антропогенной геотехнической территориальной системы (ур-

богеосистемы), включенной в ландшафтную структуру окружающей территории. Город предстает как системное единство природного ландшафта, техногенного покрова и населения. Следовательно, геосистемный подход требует создания трех тематических блоков карт, отражающих природно-ландшафтные, инженерно-технические и архитектурно-планировочные, демографические и социально-экологические особенности города. С позиции системного подхода крупный город следует рассматривать одновременно как систему, состоящую из конечного множества элементов, и как элемент более общей системы. В связи с этим исследование города должно охватывать не только территорию самого города, но и его ближайшее окружение. Широта охвата может быть выбрана из следующего ряда: ядро — периферия — зона воздействия — компенсационная зона — полоса внешнего воздействия.

Урбогеосистемы, являясь открытыми системами, тесно связаны с окружающей их территорией. Поэтому важно показать город как часть окружающей его территории, т. е. реализовать принцип экосистемности.

Согласно *принципу экосистемности* город и окружающие его ландшафтные и геотехнические комплексы также должны оцениваться с позиций их возможного влияния друг на друга. Таким образом, экосистемный принцип требует использования определенной методологической схемы при определении содержания и структуры эколого-географического картографирования городской среды:

- необходимо создание карт, показывающих город вместе с окружающей его пригородной территорией (в зависимости от размеров города это могут быть 15 — 30-километровые зоны);

- следует выделять экологический каркас города.

Принцип историзма требует включения карт, отражающих не только современную экологическую ситуацию, но и ее становление и развитие на предыдущих этапах, а также возможное состояние в будущем (цепочка ретроспектива — современное состояние — прогноз).

Принцип географичности, учитывающий территориальное разнообразие, дифференциацию городской территории в пространстве, требует разделения города на разнородные по ландшафтному, инженерно-техническому, градопланировочному и демопопуляционному характеристикам фрагменты.

При картографировании сложных систем, в том числе и урбогеосистем, используется два основных пути их делимитации — покомпонентный и посистемный. Первый направлен на составление аналитических карт отдельных компонентов (элементов природы, техносферы и социальной среды). Посистемный подход основан на выделении участков, каждый из которых обладает определенным составом компонентов и набором свойств, позволяющими считать данный выдел целостным.

Единый подход к решению проблемы разделения города на более мелкие территориальные выделы в настоящее время отсутствует. Очевидно, что в создаваемых схемах деления городских территорий должны учитываться как особенности техногенного покрова, так и морфология природного ландшафта, протекающие в нем динамические процессы. Взаимное наложение результатов природного районирования и функционального зонирования позволяет выделить так называемые урбандшафтные участки, которые могут служить минимальной операционной ячейкой осреднения разнообразной ин-

формации. *Урболандшафтные участки* — это территориальные выделы, относительно однородные по характеру и возрасту жилой застройки, расположенные в относительно схожих природно-ландшафтных условиях. Географический принцип предполагает создание карт районирования городской территории по отдельным признакам и их совокупности.

Приведенные принципы эколого-географического картографирования носят общенаучный характер. Все они должны использоваться в совокупности, дополняя друг друга. Только так можно определить, изучить и смоделировать наиболее существенную, системообразующую часть отношений в эколого-географическом комплексе любого таксономического ранга и получить комплексную оценку территории.

Таким образом, эколого-географическое картографирование города — это комплексная оценка состояния урбанизированных территорий как среды обитания на основе экосистемного подхода, включающая системное изучение структуры, взаимодействия и развития природно-ландшафтной, инженерно-технической и демопопуляционной составляющих урбогеосистемы. Экологический атлас города — новый тип научно-справочного географо-картографического произведения, отличительной чертой которого является синтез и отражение в крупном масштабе и с большой детальностью природной, демографической и техногенной составляющих городской среды (В. Т. Жуков и др., 1999).

Эколого-географический анализ города включает следующие разделы:

- выявление территориальной структуры урбогеосистемы;
- определение устойчивости природно-ландшафтных компонентов города к антропогенным нагрузкам;
- изучение техногенных факторов и условий городской среды;
- определение характера и активности воздействия города на соседние территории;
- анализ состояния социальной среды города;
- оценка средовоспроизводящих функций города.

Данный анализ необходим для разработки научно обоснованных рекомендаций по экологически ориентированному природопользованию; определения природоохранных мер, включая ограничение и прекращение тех или иных воздействий на городскую среду и население; проведения экологической экспертизы проектов строительства различных объектов и территориального развития города; принятия экологически значимых решений органами государственной власти и местного самоуправления; планирования и реализации различных хозяйственных, медицинских, санитарно-технических, природоохранных мероприятий; решения научных и учебно-воспитательных задач (В. З. Макаров и др., 2002).

Основными задачами эколого-географического картографирования городской среды являются:

- разработка перечня показателей, оптимально характеризующих природные, техногенные и социальные условия, их картографирование;
- создание оценочных карт состояния компонентов урбогеосистемы;
- выявление факторов и условий, определяющих качество жизни городского населения;
- картографический прогноз развития неблагоприятных и опасных ситуаций в пределах городской территории и ближайшем пригороде;
- разработка рекомендательных карт для целей управления.

Структура экологических атласов городов. В эколого-географическом картографировании городов следует выделить прежде всего три основных направления: природно-экологическое, техногенно-экологическое и социально-экологическое. Отдельную группу составляют эколого-экономические карты. Разработка принципов и методов их создания — дело будущего. Очевидно, эти карты должны отражать оценку ущерба от природных катаклизмов, затрат на рекультивацию земель, стоимости лечения каких-либо заболеваний и др. (В. З. Макаров и др., 2002).

Блок природно-экологических карт должен включать карты ретроспективные, современного состояния, прогнозные и рекомендательные. Все они могут быть как инвентаризационными, так и оценочными, как аналитическими, так и синтетическими. Рекомендательные карты чаще всего используются муниципальными структурами. Природно-экологический блок должен быть насыщен оценочными картами: устойчивости территории к определенным негативным процессам, оценки рельефа с точки зрения его экологических функций (районы транзита или накопления загрязняющих веществ, рекреационное районирование и др.). Необходимый комплект природно-экологических карт определяется особенностями конкретного объекта исследования. В любом случае должны быть представлены карты, оценивающие литологические и гидрогеологические особенности территории, состояние почвенного и растительного покрова, эколого-геоморфологические факторы формирования и развития изучаемой геосистемы, микроклиматические (при крупномасштабном картографировании) аспекты функционирования территории. Следует оценивать современное состояние каждого из компонентов и возможную динамику этого состояния. Особую ценность представляют карты потенциальной устойчивости территории к определенным типам воздействия.

Блок техногенно-экологических карт прежде всего должен включать карты, характеризующие инженерно-технические и градопланировочные особенности городской среды, показывающие источники загрязнения территории, содержащие анализ загрязнения различных природных сред городской территории, отражающие структуру антропогенной нагрузки, пространственные соотношения объектов техносферы, интенсивность и масштабы воздействия на природные компоненты окружающей среды.

Социально-экологический блок должен содержать карты, отражающие демографические, социальные и медико-географические характеристики города. Этот блок имеет наиболее важное значение, поскольку одна из основных задач эколого-географического картографирования городов — создание рекомендательных карт улучшения среды обитания человека. Однако данное направление остается к настоящему времени наименее разработанным.

Важную роль при выработке мероприятий по улучшению экологического состояния городов могут играть интегральные экологические карты. Один из подходов к построению таких карт заключается в наложении и повсеместном анализе карт состояния отдельных элементов природно-хозяйственных систем с выделением ареалов сочетания экологических проблем или оценкой экологического состояния по комплексу неблагоприятных экологических факторов (загрязнение почв, снега, подтопление и т. д.) (рис. 19 цв. вкл.).

Последовательность работ при создании сложных картографических произведений (серии карт или комплексных атласов) на территории разных горо-

дов может быть различна, однако различия чаще всего носят частный характер. Общий порядок изготовления карт городской среды приведен ниже.

1. Первоначально создается цифровая модель топографической карты территории города. Базовый масштаб дополняется отдельными слоями с топографических карт других масштабов. Актуализация картографических слоев производится с использованием данных аэро- или космической съемки, атрибутивной информации (адресация объектов) — путем полевых исследований.

2. Создаются картографические и атрибутивные базы данных (фондовые картографические материалы, данные по выбросам и сбросам промышленных предприятий, информация по заболеваемости городского населения и др.).

3. Изготавливаются покомпонентные базовые карты природы, техносферы и социосферы. Эти карты являются исходными для создания последующих карт. Для построения базовых карт в качестве источников используют фондовые картографические материалы (в настоящее время, как правило, нет крупномасштабных тематических карт территорий городов или они носят фрагментарный характер); материалы первичных наблюдений и измерений по теме карты (тематических съемок, маршрутных и стационарных наблюдений и измерений, в том числе автоматических).

4. Составляются карты, производные от синтетических карт (ландшафтная, функционального зонирования, урбандефектного районирования) и базовых, дополняющие и перерабатывающие их содержание (морфометрические карты, карты объемов выбросов промышленных предприятий, возрастной структуры населения).

5. Разрабатывается серия оценочных эколого-географических карт природы, техносферы и социальной среды (потенциальной устойчивости территории, оценки техногенной нагрузки, заболеваемости населения и др.). Оценка параметров, характеризующих экологическое состояние городов, производится либо с учетом общегосударственных или отраслевых нормативов, либо на основе научных положений, разработанных в соответствующей области.

6. Проводится оценка экологического состояния урбандефектных участков.

7. Создаются карты возможного развития городской среды.

8. Составляются рекомендательные карты по управлению территорией города: 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 на территориях, загрязненных вредными веществами; карты, отражающие результаты реализации предложенных мер и рекомендаций (Е. А. Божилкина и др., 1999).

В настоящее время решение сложных задач эколого-географического картографирования немислимо без широкого использования методов геоинформационного картографирования, направленного на создание и использование обширных баз данных, получение в автоматизированном режиме разнообразных карт природного, социально-экономического и медико-географического содержания, выполнение различных операций по моделированию и оценке медико-экологической ситуации и др. (В. Т. Жуков и др., 1999). По сути комплекс работ по эколого-географическому изучению городской среды служит основой создания географической информационной системы города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геоэкологическое (экологическое) картографирование — один из наиболее важных этапов эколого-географического анализа (экодиагностики) территории, который позволяет получить объективную и достоверную комплексную информацию об общем состоянии окружающей среды изучаемой территории и о пространственной дифференциации отдельных экологических проблем и их сочетаний — экоситуаций.

В условиях все увеличивающихся информационных потоков, касающихся преимущественно отраслевых показателей состояния окружающей среды, роль комплексного экологического картографирования, несомненно, будет постоянно возрастать. Высокая информационная емкость комплексных геоэкологических (экологических) карт, достигаемая за счет совершенствования картографической знаковой системы и применения ГИС-технологий, а также наглядность и доступность карт для непосредственного восприятия и пространственного анализа делают картографический метод в научных и прикладных экологических исследованиях все более значимым.

Многочисленные подходы к оценке и отображению на картах состояния окружающей среды, которые были рассмотрены на страницах настоящей книги, свидетельствуют о достаточно широких возможностях всестороннего пространственного анализа современной экологической обстановки на самых различных по охвату территориях.

Наиболее совершенной может считаться методика комплексной оценки состояния окружающей среды. Объектом картографирования в этом случае являются отдельные экологические проблемы, которые возникают в результате антропогенных изменений различных элементов ландшафта (геосистем) и образуют пространственно-временные сочетания — экоситуации.

Проведенные за 20 лет в конце XX — начале XXI в. работы по комплексной оценке условий окружающей среды завершились составлением и изданием различных по масштабам и тематике карт и атласов, которые позволили достаточно полно оценить экологическую обстановку в различных регионах и по стране в целом. Результаты этих работ служат хорошей информационной основой для определения современных экологических проблем и ситуаций на отдельных территориях, а также для разработки рациональной экологической политики.

Экологическая оценка и картографирование территории нацеливают практику на совершенствование эколого-хозяйственного баланса территории, ее экологически безопасное и гармоничное развитие, отказ от разрушительной индустриальной и потребительской идеологии, кардинальное изменение системы приоритетов и ценностей в сфере природопользования.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Анализ риска — исследования, направленные на определение сущности и вероятности риска, возникающего при функционировании природных и техногенных систем, осуществлении какого-либо проекта или проведении какой-либо политики.

Антропогенная нагрузка — степень прямого и косвенного антропогенно-техногенного воздействия на отдельные компоненты природной среды, естественные средо- и ресурсовоспроизводящие процессы или в целом на ландшафт (Географический энциклопедический словарь, 1988).

В качестве меры общей антропогенной нагрузки при эколого-географическом анализе территории (в экодиагностике) принято суммарное влияние на природу вида использования земель и фоновой плотности населения.

Антропоэкологический район — подразделение антропоэкоосферы, обладающее однородным сочетанием на единой территории групп населения, характеризующихся сходными обычаями, традициями, демографическим поведением, уровнем здоровья и т. п. (Б. Б. Прохоров, 1998).

Аэрокосмическое зондирование — комплекс дистанционных методов исследования, осуществляемых с искусственных спутников Земли, орбитальных станций и пилотируемых космических кораблей (К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002).

Биоразнообразие — один из важнейших показателей экологического состояния территории. Обозначает полноту и видовое разнообразие растительного и животного мира, соответствующего природно-ландшафтным особенностям и ресурсному богатству территории. В глобальном масштабе биологическое разнообразие рассматривается как мировое достояние, имеющее огромную ценность для нынешнего и будущего поколений. Сохранение и сбалансированное хозяйственное использование природного биоразнообразия, продукции биоты и экосистем Земли — необходимое условие благополучного существования и развития человека и человечества.

Географические информационные системы (ГИС) — особые аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных (А. М. Берлянт, 2001).

Географический ландшафт — базовая территориальная единица, основной объект географического изучения земной поверхности; по классическому определению Л. С. Берга (1925): «...Под именем географического ландшафта (пейзажа) следует понимать область, в которой характер рельефа, климата, растительного покрова, животного мира, населения и, наконец, культуры человека сливаются в единое гармоничное целое, типически повторяющееся на протяжении известной (ландшафтной) зоны Земли». Термин «ландшафт» может применяться и к природно-территориальным комплексам («природный ландшафт»), и к природно-антропогенным образованиям («природно-антропогенный, или современный, ландшафт»).

Геологическая среда (ГС) — верхняя часть литосферы и подземной гидросферы (система вода ↔ порода), включающая почвы, породы зоны аэрации, водоносные горизонты и геофизические поля, взаимодействующие с компонентами экосистем и находящиеся под влиянием хозяйственной деятельности (Г. С. Вартанян и др., 2001).

Геосистема, географическая система, — упорядоченное территориальное образование, представляющее собой целостное пространственно упорядоченное множество

(набор) пространственно упорядоченных взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов и элементов географической оболочки Земли, в том числе антропогенных, имеющих различный генезис.

Термин «геосистема» введен в географию В. Б. Сочавой (1973, 1978) как понятие, расширяющее смысл и содержание понятия «ландшафт».

Геосистемный анализ — метод определения пространственно-временной структуры окружающей среды, рассматриваемой как совокупность природных и антропогенных ландшафтов (геосистем), с выделением их четырех главных типов (по видам использования земель): естественные (неиспользуемые природные ландшафты); используемые в естественном виде (природные ландшафты, являющиеся хозяйственными угодьями); возделываемые (природные ландшафты, преобразованные в пашню, плантации, сады и т. п.); техногенные (замещенные техногенными сооружениями).

Геоэкодиагностика — раздел геоэкологии и географии, изучающий признаки состояния природно-антропогенных систем (геоэкосоциосистем), методы их исследования и критерии установления геоэкодиагноза. В зависимости от способов диагностики геоэкодиагноз может быть ранним или поздним, предварительным или окончательным, экспертным или экспериментальным, полевым или лабораторным.

Геоэкологическая (экологическая) карта — образно-знаковая модель отношений общества и среды. Содержит пространственную характеристику отдельных и представленных в совокупности природных и антропогенно обусловленных свойств и явлений, имеющих экологическое значение для жизни и деятельности человека.

Геоэкологический (эколого-географический, или экологический) анализ — комплексное географическое изучение территорий (геосистем) любого уровня (глобального, субглобального, общенационального, регионального, локального) с акцентом на характеристику природных свойств и их антропогенных изменений, имеющих экологическое значение для человека и его жизнедеятельности, т.е. связанное с выявлением современных экологических проблем и ситуаций и прогнозированием их последующего развития. Синонимический термин — экодиагностика территории.

Геоэкологический прогноз (прогноз экологической ситуации) — вероятностное суждение о состоянии природной среды (ландшафтов) и социально-экономических последствиях изменения среды при антропогенном воздействии.

Геоэкология (в широком понимании) — область знания об экологических свойствах и проблемах географической оболочки Земли. Ее можно рассматривать как науку об окружающей человека среде, реализующую экологический подход в географии (эколого-географический подход), который заключается в исследовании разнообразных геосистем. Наиболее полная характеристика геоэкологии как дисциплины географического и экологического профиля приведена в работе Н. Ф. Реймерса (1992), в которой обозначены направления отраслевых и комплексных эколого-географических (экодиагностических) исследований.

Более узко геоэкологию можно определить как науку о пространственно-временных закономерностях взаимодействия общества с окружающей средой.

Геоэкосоциосистема — территориальное сочетание систем разного генезиса и сложности, характеризующееся не только общностью территории, но и тесным внутренним взаимодействием элементов и целостностью выполняемых функций. Геоэкосоциосистема как территориальное образование охватывает системы разной степени сложности: природные, природно-антропогенные, демо- и этноэкологические, социокультурные. Геоэкосоциосистему можно рассматривать как экосистему, экологические свойства которой исследуются с антропоцентрических позиций; в то же время термин «экосистема» в строгом понимании принадлежит биологической науке.

Земля, земли — важнейший элемент окружающей природной среды, характеризующийся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами; служат главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения предприятий и орга-

низаций всех отраслей народного хозяйства (ГОСТ 26640-85/93 — ЗЕМЛИ). Практически это определение отождествляет понятие «земля» с географическим ландшафтом (А. В. Антипова, 1963; Б. И. Кочуров, 1989).

Использование земель — один из элементов общей антропогенной нагрузки, входящих в состав пространственной структуры природопользования. Каждый вид использования земель может быть оценен и ранжирован по степени его техногенного воздействия на природную среду. На основе этого ранжирования выделяют четыре типа окружающей среды: естественная среда; используемая естественная среда; возделываемая среда; техногенная среда.

Карта здоровья населения — образно-знаковая модель, отражающая состояние здоровья населения, рассматриваемое как наиболее достоверный интегральный критерий влияния окружающей среды на организм человека. Оценка и картографирование здоровья населения проводятся по комплексу показателей, которые могут быть объединены в три группы: демографические показатели (рождаемость, смертность, естественный прирост); показатели заболеваемости населения (общая заболеваемость, заболеваемость отдельными нозологическими формами, удельный вес отдельных заболеваний в общей заболеваемости и др.); показатели физического развития отдельных групп населения.

Качество среды — состояние окружающей человека среды, удовлетворяющее биологическим и психическим условиям проживания человека (населения).

Классификация экологических проблем и ситуаций — система, в которой выделяются следующие категории экологической обстановки (в порядке уменьшения степени ее остроты):

- катастрофическая — характеризуется глубокими и необратимыми изменениями природы, утратой природных ресурсов и резким ухудшением условий проживания населения;

- кризисная — приближается к катастрофической, в ландшафтах возникают очень значительные и слабокомпенсируемые изменения, происходит, как правило, полное истощение природных ресурсов и отмечается неблагоприятное влияние среды на здоровье людей;

- критическая — возникают значительные и слабокомпенсируемые изменения ландшафтов, происходит быстрое нарастание угрозы истощения или утраты природных ресурсов, а среди населения наблюдается устойчивый рост числа заболеваний из-за ухудшения условий проживания;

- напряженная — отмечаются негативные изменения в отдельных компонентах ландшафтов, ведущие к потере отдельных элементов природно-ресурсного потенциала и некоторому ухудшению условий проживания населения;

- конфликтная — наблюдаются незначительные по времени и охватывающие ограниченное пространство изменения в ландшафтах, в том числе в их средо- и ресурсовоспроизводящих свойствах, ведущие к сравнительно небольшой перестройке структуры ландшафтов, не исключающие возможности восстановления за счет процессов саморегуляции природного комплекса или осуществления несложных природоохранных мер;

- удовлетворительная (естественная) — прямое или косвенное антропогенное воздействие отсутствует, все показатели свойств ландшафтов практически не изменены.

Ландшафтное планирование — система хозяйственной деятельности, предусматривающая разработку основных направлений и способов использования природно-территориальных комплексов (ландшафтов) при условии сохранения или улучшения их средоформирующих и ресурсовоспроизводящих способностей, составная часть эколого-хозяйственного устройства территории.

Медико-географическая карта — образно-знаковая пространственно-временная модель природных и производственных территориальных комплексов, их элементов, показывающая размещение, состояние и связи различных природных и социально-

экономических факторов и явлений в системе «здоровье человека — окружающая среда», отбираемых и характеризующихся в зависимости от назначения каждой конкретной карты (Е. С. Фельдман, 1993).

Медико-географический атлас — систематическое собрание органически связанных между собой и дополняющих друг друга медико-географических карт (Е. С. Фельдман, 1993).

Нозогеографическая карта (от греч. *nósos* — болезнь) — образно-знаковая модель, показывающая ареалы болезней человека (нозоареалы) и их динамику. В зависимости от этиологии (происхождения заболеваний) нозогеографические карты делят на три группы: карты болезней, связанных с влияниями природных факторов, социально-экономических факторов, а также совокупности нескольких причин.

Окружающая природная среда — природная составляющая среды обитания и хозяйственной деятельности человека; представлена как естественными, так и антропогенно измененными природными ландшафтами.

Опасные природные явления — события природного происхождения, ведущие к такому изменению процессов в ландшафтах, интенсивность, масштаб распространения и продолжительность которого достаточны для оказания негативного, чаще всего разрушительного воздействия на жизнедеятельность людей и хозяйственные объекты.

Приоритетная экологическая проблема — проблема, занимающая первенствующее положение по своей остроте и последствиям.

Природно-ресурсная (экологическая) емкость территории — максимальное количество природного ресурса, которое можно потреблять (использовать) неопределенно долго, не истощая его запасов.

Сбалансированное использование естественного потенциала территории — использование для жизнеобеспечения населения естественных условий и природных ресурсов с учетом природных, социально-экономических и этнокультурных особенностей территории, исключающее нанесение ущерба средо- и ресурсоформирующим функциям ландшафта.

Управление экологическим риском — процесс принятия решений, в котором учитывается оценка экологического риска, а также социально-экономические, информационные и технологические возможности его предупреждения.

Управляемые экологические системы — культурные ландшафты (современные геосистемы), функционирование которых направлено на выполнение определенных социально-экономических функций, задаваемых человеком.

Урбандо-ландшафтные участки — территориальные выделы, относительно однородные по характеру и возрасту жилой застройки, расположенные в относительно схожих природно-ландшафтных условиях (В. З. Макаров и др., 2002).

Устойчивое развитие — создание самоподдерживающейся, сбалансированной и рациональной системы природопользования, которая, обеспечивая потребности населения, одновременно могла бы сохранять естественные средо- и ресурсоформирующие функции ландшафтов и их эколого-ресурсный потенциал.

Цифровая карта — цифровая запись в памяти ЭВМ картографической информации о местности (территориальных объектах, различных природных и социально-экономических процессах и явлениях) в необходимых кодах, структурах, форматах и системах исчисления (В. З. Макаров и др., 2002).

Цифровая модель рельефа (ЦМР) — средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей, или элементов рельефа) в виде трехмерных данных, включающих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений координаты Z в узлах регулярной или нерегулярной сети, или в виде совокупности записей горизонталей (изогипс, изобат) (Ю. Б. Баранов и др., 1999).

Экогеологическая карта (ЭГК) — картографическое отображение показателей состава и состояния компонентов геологической среды и происходящих в ней процессов, оказывающих влияние на экосистемы, среду обитания и здоровье человека (Ме-

тодические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштабов 1 : 200 000 — 1 : 100 000, 1998).

Экодиагностика — выявление и изучение признаков, характеризующих современное и ожидаемое экологическое состояние природной среды, окружающей человека; включает разработку методов и средств обнаружения, предупреждения и ликвидации негативных экологических явлений, возникающих при антропогенных воздействиях на природные процессы и ландшафты; создает основу для прогнозирования экологических условий существования человека на данной территории в будущем. Синоним понятия «эколого-географический (геоэкологический) анализ территории».

Экологическая безопасность — степень защищенности личности, общества, государства от угроз и последствий антропогенных воздействий на окружающую природную среду, а также стихийных бедствий и природных катастроф. Обеспечение экологической безопасности предполагает проведение экологической политики, постоянный контроль за состоянием окружающей среды, разработку экологических нормативов, внедрение экологически чистых и безопасных технологий и т. п. Экологическая безопасность — один из важнейших элементов безопасности человека. Достижение абсолютной экологической безопасности невозможно.

Экологическая напряженность — степень и острота проявления экологических проблем и ситуаций на определенной территории; общая экологическая напряженность территории (региона) определяется по соотношению и сочетанию ареалов экологических ситуаций разной остроты.

Экологическая норма — система показателей (нормативов), которая применяется для оценки свойств природных и природно-антропогенных геосистем в целях определения их соответствия экологически необходимым условиям проживания населения и его деятельности.

Экологическая (геоэкологическая) оценка территории — определение степени пригодности естественных природно-ландшафтных условий для проживания человека и какого-либо вида его хозяйственной деятельности, а также оценка природных и природно-антропогенных геосистем с точки зрения экологических требований человека.

Экологическая (геоэкологическая, природоохранная) проблема — экологически неблагоприятное явление, возникшее в окружающей среде в результате антропогенных воздействий, которые привели к изменению, нарушению или утрате отдельных природных компонентов, естественных средо- и ресурсовоспроизводящих процессов или природных ландшафтов в целом.

Экологическая ситуация — сочетание различных, как негативных, так и позитивных с точки зрения проживания и состояния здоровья человека условий и факторов, создающих на данной территории определенную экологическую обстановку, характеризующуюся той или иной степенью благополучия.

Экологически значимые природные свойства — свойства, процессы или компоненты ландшафта, важные для проживания и сохранения здоровья населения, ресурсообеспечения хозяйства, поддержания биоразнообразия, целостности, устойчивости, уникальности и эстетической ценности ландшафтов.

Экологические геоинформационные системы (ЭГИС, ЭкоГИС) — автоматизированные аппаратно-программные системы, осуществляющие сбор, обработку, преобразование, отображение и распространение пространственно-координированных экологических данных (К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева, 2002).

Экологический атлас города — новый тип научно-справочного географо-картографического произведения, отличительными чертами которого являются синтез и детальное отражение в крупном масштабе природной, демографической и техногенной составляющих городской среды (В. Т. Жуков и др., 1999).

Экологический аудит — проверка различных предприятий и учреждений, оказывающих своей деятельностью влияние на окружающую природную среду; осуществляет-

ся в целях приведения деятельности таких организаций в соответствие с нормативными документами, регламентирующими природопользование, и снижения тем самым существующего и потенциального экологического, экономического и иного ущерба.

Экологический каркас территории — совокупность ареалов (геосистем) с индивидуальным режимом экологически сбалансированного природопользования, образующих пространственно организованную структуру и функционально взаимосвязанных; поддерживает общую экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию природных ландшафтов (по А. В. Елизарову, 1998, 1999). В состав экологического каркаса входят природоохранные земли, ресурсосберегающие (полезащитные лесополосы, водоохранные зоны) и средозащитные (придорожные зеленые насаждения, городские парки) ареалы. Охранный режим земель экологического каркаса определяется специальными правовыми нормами.

Экологический паспорт предприятия — комплексный нормативно-методический документ, содержащий сведения о природе, хозяйстве и архитектурно-планировочных особенностях территории предприятия; качестве окружающей природной среды; состоянии управления природопользованием и его правовом регулировании; наличии объектов, на которых возможно возникновение чрезвычайных ситуаций; природоохранных мерах, необходимых для достижения экологической безопасности территории в целом.

Экологический риск (риск возникновения чрезвычайной экологической ситуации) — возможность, вероятность (качественно или количественно определенная) резких изменений и нарушений в экологических свойствах окружающей среды и возникновения вызванных этими изменениями и нарушениями негативных социально-экономических и иных последствий в обществе.

Экологическое сознание — осознание человеком (обществом) своего места и роли на Земле; значимости природных условий и процессов для жизни и деятельности самого человека; недопустимости нарушений свойств окружающей природной среды, приводящих к последствиям, неблагоприятным для человека; необходимости мероприятий по поддержанию оптимального для существования человека (общества) состояния окружающей природы; обязательности соблюдения правил поведения, отвечающих общим законам равновесного функционирования экосистем Земли.

Эколого-географическое положение — место (расположение) территории относительно экологически важных свойств и факторов природных и антропогенных ландшафтов (Н. Н. Клоев, 2002).

Эколого-геологическое картографирование — картографирование геологической среды как многокомпонентного объекта, имеющего важное значение для жизни и деятельности человека.

Экологическое (геоэкологическое) районирование — комплексное районирование, основным объектом которого служат целостные природно-хозяйственные образования (современные природно-антропогенные ландшафты или геосистемы), оцениваемые либо по степени антропогенного влияния и преобразованности природных ландшафтов, либо по характеру и степени проявления их экологических свойств, благоприятных или неблагоприятных для жизнедеятельности человека.

Эколого-ресурсный естественный потенциал территории — набор параметров (показателей), которые характеризуют экологически значимые условия и ресурсы природной среды, обеспечивающие оптимальное существование человека и необходимые для его хозяйственной деятельности в соответствующий исторический период. Для современного этапа такой набор включает показатели стандартного уровня жизни населения промышленно развитых стран, а также перечень наиболее ценных и уникальных объектов природы.

Эколого-хозяйственное устройство территории — организация территории, предполагающая формирование сложных природно-хозяйственных систем — геоэкоосистем, которые характеризуются определенной общностью и целостностью выполняемых функций при экологически нормированном использовании ресурсов терри-

тории; тесно связано с ландшафтным планированием территории. Выделяются четыре уровня решения конкретных задач землепользования (природопользования) и возникающих экологических проблем: федеральный, областной, районный и муниципальный.

Эколого-хозяйственный баланс территории — сбалансированное соотношение различных видов использования земель и поддержание равновесного состояния потоков вещества и энергии на определенной территории, которое обеспечивает устойчивость ландшафтов, воспроизводство природных (возобновляемых) ресурсов и не вызывает негативных экологических изменений в природе.

Эколого-экономическая зона (система) — территория, на которой хозяйственная деятельность приведена в соответствие с ее природными условиями и природно-ресурсным потенциалом и исключает возникновение неблагоприятных экологических последствий.

Экорегиян — крупная территориальная единица (геоэкоосоциосистема), выделяемая в соответствии с природно-ландшафтными особенностями территории, характером хозяйственного освоения и использования земель и с учетом остроты выявленных в пределах данной территории экологических проблем и ситуаций. Общее экологическое состояние территории экорегияна определяется рангом экологической напряженности, которая рассчитывается по соотношению в его пределах площадей ареалов экологических ситуаций различной степени остроты.

Экосистема — термин, обозначающий территориальную систему, в которой взаимодействуют живые организмы и их окружение; имеет биоцентрический смысл, является одним из понятий экологии, рассматриваемой как раздел биологических наук; может применяться как в отношении систем с единственным организмом («хозяйном» экосистемы), так и по отношению к экосистемам, включающим совокупность организмов, объединенных территориальной общностью и тесным взаимодействием, в том числе пищевыми цепями; в научной и природоохранной литературе термин «экосистема» наиболее целесообразно употреблять в том случае, когда в центр исследования ставится проблема охраны биоты, живых организмов, включая и человека (Географический энциклопедический словарь, 1988; П. Дювиньо, М. Танг, 1973).

Экоцид — интенсивное разрушение или уничтожение природы как среды обитания живых организмов, создающее опасность для их нормального развития или приводящее к их гибели — биоциду.

Электронная карта — цифровая карта, визуализированная или подготовленная к визуализации на экране отображения в специальной системе условных знаков (Цифровая картография и геоинформатика: краткий терминологический словарь, 1999).

Эталонный национальный ландшафт — охраняемый участок территории, образующий природно-территориальный комплекс и отражающий наиболее характерное или уникальное состояние, сложившееся в ходе исторического взаимодействия природных и антропогенных факторов, где запрещены или регламентированы все или некоторые виды хозяйственной деятельности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Дисциплина «Геоэкологическое картографирование» читается студентам 4 курса, обучающимся по специальности 0136000 «Геоэкология».

Цель курса — дать целостное представление о геоэкологическом картографировании как методе исследования и средстве пространственного отображения экологических проблем и ситуаций.

Основные **задачи курса**:

- изучить общие вопросы геоэкологического картографирования (основные понятия, принципы и направления, классификация карт, информационная база и др.);
- ознакомить с содержанием и методикой составления основных тематических групп экологических карт;
- изучить основные принципы и методы комплексного экологического картографирования, дать представление о методике разработки карт экологических ситуаций;
- раскрыть особенности атласного экологического картографирования;
- ознакомить с принципами экологического районирования;
- осветить прикладные аспекты экологического картографирования, вопросы использования экологических карт;
- привить практические навыки составления различных по тематике экологических карт, прежде всего комплексных.

Основные **разделы курса**:

- теоретические и методические основы геоэкологического картографирования;
- обзор тематических групп экологических карт;
- комплексное геоэкологическое картографирование и практическое применение экологических карт.

Теоретической основой данного курса являются предметы: «Картография», «Геоинформационные системы» и «Геоэкология». Курс состоит из лекционной части (18 часов) и лабораторных занятий (18 часов).

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

2.1. Учебно-тематический план курса

ЛЕКЦИИ

Лекция 1. Общие положения. История и современное состояние геоэкологического картографирования. Классификация геоэкологических карт (2 часа)

Основные понятия и определения. Роль и место геоэкологического картографирования в геоэкологии, экодиагностике и тематическом картографировании. Основные направления экологического картографирования, его принципы. Тематические группы экологических карт.

История становления геоэкологического картографирования. Фитоэкологические и медико-географические карты, карты охраны природы и природопользования как предшественники геоэкологических карт. Появление комплексных геоэкологических

карт. Современное состояние геоэкологического картографирования и проблемы, стоящие перед ним.

Классификация геоэкологических карт по тематике, приемам исследований, степени объективности, назначению. Функциональное деление карт. Интегральная (обобщающая) классификация по Л. М. Корытному.

Основная литература

Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. — М.; Смоленск: Маджента, 2003. — С. 76—84.

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 6—14, 24—29.

Дополнительная литература

Жуков В. Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование / В. Т. Жуков, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 1999. — С. 10—13.

Исаченко Г. А. Отечественное экологическое картографирование: первые итоги // Изв. РГО. — 1992. — Т. 124. — Вып. 5. — С. 418—427.

Комедчиков Н. Н. Экологическое картографирование в России / Н. Н. Комедчиков [и др.] // Изв. РАН. Сер. геогр. — 1994. — № 1. — С. 107—118.

Новаковский Б. А. Компьютерные геоэкологические карты — современное направление в тематической картографии / Б. А. Новаковский, А. И. Прасолова, Н. И. Тульская // Университетская школа географической картографии / Под ред. А. М. Берлянта. — М.: Аспект Пресс, 2005. — С. 190—197.

Руденко Л. Г. Становление и развитие эколого-географического картографирования / Л. Г. Руденко, А. И. Бочковская // География и природные ресурсы. — 1992. — № 3. — С. 13—21.

Сальников С. Е. Принципы научно-справочного эколого-географического картографирования (на примере карт оценки состояния окружающей среды) // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1993. — № 5. — С. 11—21.

Смирнов Л. Е. Геоэкологическое картографирование // Основы геоэкологии / А. М. Трофимов [и др.] / Под ред. В. Г. Морачевского. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 1994. — С. 55—76.

Трофимов А. М. Принципы и подходы к составлению геоэкологических карт / А. М. Трофимов [и др.] // Экологические системы и приборы. — 2003. — № 8. — С. 22—27.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется усиление значимости геоэкологического картографирования в экологических исследованиях?

2. Дайте определение терминов «экологическое картографирование» и «геоэкологическая карта».

3. Какие направления выделяются в экологическом картографировании?

4. Перечислите принципы экологического картографирования.

5. Назовите основные тематические группы экологических карт.

6. Дайте характеристику картам, являющимся предшественниками экологических карт.

7. Когда было положено начало комплексному экологическому картографированию?

8. Перечислите основные научные центры экологического картографирования и их достижения.

9. С чем связаны современные проблемы экологического картографирования?

10. Назовите основные критерии классификации экологических карт.

11. Приведите примеры классификации экологических карт по их тематике.

12. Как классифицируют экологические карты по степени объективности?
13. Охарактеризуйте функциональное деление экологических карт.
14. Какие признаки положены в основание классификации экологических карт Л. М. Корытного?

Лекция 2. Источники информации в геоэкологическом картографировании. Компьютерные технологии в геоэкологическом картографировании (2 часа)

Принципы классификации источников информации. Картографические источники (общегеографические и тематические карты). Материалы дистанционных космических и аэрофотосъемок. Статистические источники (информация о загрязнении окружающей среды, состоянии здоровья населения, социально-экономических показателях). Справочно-литературные источники (научные публикации, материалы государственных органов, научных и учебных учреждений, сообщения СМИ). Достоинства и недостатки различных источников и области их применения.

Цифровые, электронные и компьютерные карты. Преимущества электронных карт. Технология компьютерного геоэкологического картографирования. Использование геоинформационных систем (ГИС). Экологические ГИС. Структура и функции ГИС. Электронные версии экологических атласов.

Основная литература

Жуков В. Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование / В. Т. Жуков, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 1999. — С. 14—22, 67—72, 74—80.

Макаров В. З. Эколого-географическое картографирование городов / В. З. Макаров, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 2002. — С. 25—31, 35—36.

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 30—60.

Дополнительная литература

Берлянт А. М. Картография. — М.: Аспект Пресс, 2001. — С. 175—190, 259—277.

Востокова Е. А. Экологическое картографирование на основе космической информации / Е. А. Востоков, В. А. Сушеня, Л. А. Шевченко. — М.: Недра, 1988. — 223 с.

Дьяконов К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. — М.: Аспект Пресс, 2002. — С. 52—54, 80—95.

Кошкарев А. В. Геоинформационные технологии, цифровое моделирование рельефа и электронное картографирование / А. В. Кошкарев, И. А. Мерзлякова, И. В. Чеснокова // Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Под ред. Э. А. Лихачевой, Д. А. Тимофеева. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. — С. 260—288.

Макаров В. З. Применение ГИС-технологий при оценке факторов природного риска на нефтяных месторождениях Нижнего Поволжья / В. З. Макаров [и др.] // Проблемы региональной экологии. — 2004. — № 3. — С. 89—98.

Основы геоинформатики: в 2 кн. / Под ред. В. С. Тикунова. — М.: Академия. Кн. 2, 2004. — С. 352—372.

Савиных В. П. География из космоса / В. П. Савиных [и др.]. — М.: МГУГиК, 2000. — 224 с.

Трофимов А. М. Принципы и подходы к составлению геоэкологических карт / А. М. Трофимов [и др.] // Экологические системы и приборы. — 2003. — № 8. — С. 33—34.

Цифровая картография и геоинформатика: краткий терминологический словарь / Под ред. Е. А. Жалковского. — М.: Картгеоцентр: Геоиздат, 1999. — 46 с.

Контрольные вопросы

1. Какие признаки положены в основу классификации источников экологической информации?
2. В чем состоит ценность топографических карт как источников информации в экологическом картографировании?
3. Какие тематические карты представляют наибольший интерес с точки зрения обеспечения экологической информацией?
4. Охарактеризуйте основные достоинства аэро- и космоснимков.
5. Перечислите направления применения материалов дистанционного зондирования в экологическом картографировании.
6. Каковы достоинства и недостатки статистических источников экологической информации?
7. Объясните, в чем различие между цифровыми, электронными и компьютерными картами.
8. Какими преимуществами обладают электронные карты по сравнению с бумажными?
9. Дайте определение ГИС.
10. Расскажите о функциях ГИС.
11. Как используются ЦМР в экологическом картографировании?

Лекция 3. Карты антропогенных воздействий и изменений природной среды. Карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям. Карты охраны природы (2 часа)

Карты использования земель и источников антропогенного воздействия. Приемы картографирования антропогенной нагрузки. Карты химического и физического загрязнения, нарушения и деградации природной среды.

Понятие об устойчивости природной среды. Схема определения и картографирования устойчивости. Карты устойчивости ландшафта и его компонентов (атмосферы, поверхностных вод, почв, морфолитогенной основы).

Карты охраняемых природных территорий и карты природоохранных мероприятий: содержание и принципы составления.

Основная литература

Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. — М.; Смоленск: Маджента, 2003. — С. 23—43.

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 98—105, 111—117, 120—132, 149—151, 165—168.

Дополнительная литература

Батоян В. В. Принципы районирования территории СССР по устойчивости поверхностных вод к загрязнению при нефтедобыче // Вопросы географии. Сб. 120. Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана среды. — М.: Мысль, 1983. — С. 118—130.

Глазовская М. А. Ландшафтно-геохимическое районирование Нечерноземной зоны по условиям разложения и рассеяния органических загрязняющих веществ // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1979. — № 2. — С. 10—19.

Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. — М.: Высшая школа, 1988. — 327 с.

Глазовская М. А. Методология эколого-геохимической оценки устойчивости почв как компонента ландшафта // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1997. — № 3. — С. 18—30.

Исаченко А. Г. Обзорные эколого-географические карты (опыт разработки) // Изв. РГО. — 1993. — Т. 125. — Вып. 4. — С. 11—21.

Картографические исследования природопользования (теория и практика работ) / Под ред. А. П. Золовского. — Киев: Наукова думка, 1991. — С. 131—134.

Сальников С. Е. Принципы научно-справочного эколого-географического картографирования (на примере карт оценки состояния окружающей среды) // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1993. — № 5. — С. 11—21.

Сальников С. Е. Комплексные карты охраны природы: содержание и принципы разработки / С. Е. Сальников, М. Н. Губанов, В. В. Масленникова. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 128 с.

Селегей Т. С. Потенциал рассеивающей способности атмосферы / Т. С. Селегей, П. И. Юрченко // География и природные ресурсы. — 1990. — № 2. — С. 132—137.

Скорняков В. А. Картографирование условий самоочищения природных вод / В. А. Скорняков, Ю. С. Доценко, В. В. Масленникова // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1997. — № 5. — С. 62—66.

Шполянская Н. А. Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири / Н. А. Шполянская, Л. И. Зотова // Вестн. МГУ. Сер. 5. Геогр. — 1994. — № 1. — С. 56—65.

Контрольные вопросы

1. С чем связано преобладание карт антропогенных воздействий и изменений природной среды среди экологических карт?

2. Расскажите об основных приемах картографирования источников антропогенного воздействия.

3. Какие показатели и критерии используются для отображения антропогенной нагрузки?

4. Перечислите основные критерии, применяемые при картографировании химического загрязнения.

5. Расскажите об особенностях картографирования физического загрязнения.

6. Почему карты устойчивости природной среды мало распространены по сравнению с другими картами экологической тематики?

7. Опишите последовательность операций при оценке и картографировании устойчивости геосистем.

8. Приведите примеры карт устойчивости атмосферы.

9. Какие показатели используются для оценки условий самоочищения поверхностных вод?

10. Перечислите типы устойчивости почв и геосистем.

11. Охарактеризуйте принципы оценки и картографирования устойчивости ландшафтно-геохимических систем к техногенному загрязнению.

12. Какие объекты наносятся на карты природоохранной тематики?

13. Расскажите о составлении карт особо охраняемых природных территорий.

14. Охарактеризуйте основные принципы картографирования природоохранных мероприятий.

Лекция 4. Карты оценки природных условий и ресурсов для жизни и деятельности человека. Медико-географические карты (2 часа)

Понятие об эколого-ресурсном потенциале. Картографирование показателя биологической эффективности климата. Карта оценки природных условий жизни населения СССР (О. Р. Назаревский, 1984). Картографирование степени комфортности территории по Б. Б. Прохорову. Картографирование природных условий в целях определения пригодности территории для расселения. Карты ресурсного потенциала.

Понятие о медико-географических картах и их классификация. Собственно медико-географические карты (природных и социальных факторов, медико-географиче-

ского районирования), нозогеографические карты и карты здоровья населения. Медико-географические атласы. Медико-экологические и демозоологические карты.

Основная литература

Антипова А. В. География России. Эколого-географический анализ территории. — М.: МНЭПУ, 2001. — С. 65—78.

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 155—163.

Дополнительная литература

Атлас Забайкалья. — М.; Иркутск: СО АН, ГУГК, 1967.

Игнатев Е. И. Узловые вопросы медико-географического картографирования // Принципы и методы медико-географического картографирования. — Иркутск: Ин-т географии Сибири и Дальнего Востока, 1968. — С. 5—28.

Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. — С. 84—88.

Макаров В. З. Эколого-географическое картографирование городов / В. З. Макаров, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 2002. — С. 103, 106—109.

Прохоров Б. Б. Прикладная антропоэкология. — М.: МНЭПУ, 1998. — С. 48—50.

Ряченко С. В. Экологическая типология территорий перспективного расселения в зоне влияния БАМА // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. — Новосибирск: Наука, 1990. — С. 168—179.

Фельдман Е. С. Медико-географические исследования территории Молдавии. — Кишинев: Штиница, 1977.

Фельдман Е. С. Медико-географическое картографирование // Руководство по медицинской географии / Под ред. А. А. Келлера, О. П. Щепина, А. В. Чаклина. — СПб.: Гиппократ, 1993. — С. 93—112.

Хлебович И. А. Комплексное картографирование проблемных медико-экологических ситуаций / И. А. Хлебович, И. Н. Ротанова // География и природные ресурсы. — 1997. — № 4. — С. 43—49.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «эколого-ресурсный потенциал».
2. Расскажите о методике составления карты оценки природных условий жизни населения СССР.
3. Чем определяется степень комфортности территории?
4. Какими показателями характеризуется природно-ресурсный потенциал территории?
5. Дайте определения терминов «медико-географическая карта» и «медико-географический атлас».
6. Расскажите о классификации медико-географических карт.
7. Приведите примеры медико-географических карт природной среды.
8. Каковы критерии классификации нозогеографических карт?
9. Какие показатели отображаются на картах здоровья населения?
10. Охарактеризуйте особенности медико-экологических карт.

Лекция 5. Эколого-геологические и эколого-геохимические карты (2 часа)

Место эколого-геологических карт в системе геоэкологического картографирования. Классификация экогеологических карт и методика их составления. Легенды экогеологической карты и карты экологической оценки состояния геологической среды. Основные и вспомогательные карты. Основы экологической оценки геологической среды. Принципы балльной оценки. Группы экогеологических показателей.

Классификация эколого-геохимических карт по масштабу, содержанию, изучаемому компоненту окружающей среды. Принципы составления моно- и полиэлементных карт и карт оценки эколого-геохимической ситуации. Использование эколого-геохимических карт для оценки динамики загрязнения территории. Многоцелевое геохимическое картирование (МГХК): задачи и требования. Последовательность операций при составлении эколого-геохимической карты.

Основная литература

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 132—140.

Эколого-геологические карты. Теоретические основы и методика составления / В. Т. Трофимов [и др.]; под ред. В. Т. Трофимова. — М.: Высшая школа, 2007. — 407 с.

Дополнительная литература

Буренков Э. К. Многоцелевое геохимическое картирование — основа оценки загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга / Э. К. Буренков [и др.] // Разведка и охрана недр. — 1998. — № 6. — С. 51—57.

Буренков Э. К. Геохимическое картирование — основа оценки загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга Московской области / Э. К. Буренков [и др.] // Разведка и охрана недр. — 1998. — № 9—10. — С. 51—57.

Вартанян Г. С. Экогеологическое картографирование: методология, опыт, направления развития / Г. С. Вартанян [и др.] // Разведка и охрана недр. — 2001. — № 5. — С. 25—27.

Головин А. А. Современные подходы к методике эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий / А. А. Головин, С. Б. Самаев, Л. С. Соколов // Разведка и охрана недр. — 2004. — № 3. — С. 67—73.

Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1 : 200 000 — 1 : 100 000 / В. Н. Островский, Л. А. Островский. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1998. — 61 с.

Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1 : 50 000 — 1 : 25 000 / М. С. Голицын, В. Н. Островский, Л. А. Островский. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. — 127 с.

Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1 : 1 000 000 / А. А. Головин [и др.]. — М.: ИМГРЭ, 1999. — 104 с.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «экогеологическая карта» и «эколого-геологическое картографирование».
2. Каковы особенности эколого-геологического картографирования по сравнению с геоэкологическим?
3. Расскажите о принципах классификации экогеологических карт.
4. Назовите показатели и параметры, отображаемые на каждом из двух листов экогеологической карты.
5. Перечислите основные и вспомогательные экогеологические карты.
6. Раскройте принципы экологической оценки геологической среды.
7. Охарактеризуйте принципы эколого-геохимического картографирования.
8. Дайте характеристику моно- и полиэлементных карт.
9. Расскажите о картах оценки эколого-геохимической ситуации.
10. Как с помощью эколого-геохимических карт можно выявить динамику загрязнения территории?
11. Назовите задачи МГХК и перечислите карты, составляемые по его результатам.

12. Изложите последовательность операций при составлении эколого-геохимической карты в соответствии с требованиями МГХК.

Лекция 6. Основные направления комплексного экологического картографирования. Критерии оценки экологических проблем и ситуаций (2 часа)

Виды комплексных картографических произведений (карты, атласы, серии карт), их сравнительная характеристика. Ландшафтно-экологическое, административно-экологическое, информационно-экологическое и проблемно-экологическое направления в комплексном картографировании, их особенности и области применения.

Система оценки экологических проблем и ситуаций в проблемно-экологическом картографировании: блоки, критерии и показатели. Нормативная база экологической оценки территорий. Интегральная типология экологического состояния регионов.

Основная литература

Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. — М.; Смоленск: Маджента, 2003. — С. 53—75, 84—90.

Стурман В. И. Экологическое картографирование. — М.: Аспект Пресс, 2003. — С. 162—172.

Дополнительная литература

Антипова А. В. География России. Эколого-географический анализ территории. — М.: МНЭПУ, 2001. — С. 25—29.

Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. — С. 49—63.

Комплексное экологическое картографирование (географический аспект) / Под ред. Н. С. Касимова. — М.: МГУ, 1997. — 147 с.

Трофимов А. М. Принципы и подходы к составлению геоэкологических карт / А. М. Трофимов [и др.] // Экологические системы и приборы. — 2003. — № 8. — С. 30—31.

Контрольные вопросы

1. Каковы преимущества комплексных карт по сравнению с другими экологическими картами?
2. Дайте сравнительную характеристику комплексных экологических карт и атласов.
3. Перечислите основные направления комплексного экологического картографирования и расскажите об особенностях их применения.
4. Для картографирования каких территорий целесообразно применение ландшафтно-экологического подхода?
5. В чем заключаются достоинства и недостатки административно-экологического направления?
6. Охарактеризуйте особенности проблемно-экологического направления комплексного картографирования.
7. Какие критерии и показатели применяются для оценки антропогенного воздействия?
8. Какие показатели следует учитывать при оценке загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы?
9. Охарактеризуйте критерии оценки состояния здоровья населения.
10. Какой документ используется в качестве нормативно-методической основы при проведении экологической оценки территории?
11. Перечислите категории экологического состояния территории и дайте их краткую характеристику.

Лекция 7. Составление карт экологических ситуаций. Сравнительная характеристика карт экологических ситуаций (2 часа)

Основные этапы разработки карт экологических ситуаций. Использование метода географических экспертных оценок и метода формализованных оценок. Последовательность проведения операций при составлении карты экологических ситуаций.

Обзор карт экологических ситуаций: «Наиболее острые экологические ситуации СССР», «Карта экологических ситуаций северных территорий России», «Карта экологических ситуаций центра европейской части России», «Амурская область. Экологические ситуации», «Экологические ситуации Северо-Кавказского региона», «Состояние окружающей природной среды Российской Федерации», «Геоэкологическая карта Астраханской области».

Основная литература

Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. — М.: Смоленск: Маджента, 2003. — С. 90 — 155.

Дополнительная литература

Антипова А. В. География России. Эколого-географический анализ территории. — М.: МНЭПУ, 2001. — С. 122 — 130, 155 — 193.

Контрольные вопросы

1. Перечислите этапы разработки карт экологических ситуаций.
2. В чем суть метода географических экспертных оценок при экологическом картографировании?
3. Охарактеризуйте метод формализованных оценок при составлении карт экологических ситуаций.
4. Расскажите о ходе выполнения отдельных процедур при составлении карты экологических ситуаций.
5. Перечислите карты, необходимые для составления карты экологических ситуаций.
6. С какой целью при составлении карты экологических ситуаций привлекаются карты использования земель, плотности населения и ландшафтная карта?
7. Какие варианты выделения территориальных сочетаний экологических проблем и оконтуривания границ ареалов вам известны?
8. Охарактеризуйте карту «Наиболее острые экологические ситуации СССР» как первый опыт комплексного экологического картографирования.
9. Охарактеризуйте особенности «Карты экологических ситуаций центра европейской части России».
10. Как проводилась оценка остроты экологических ситуаций при составлении карты «Состояние окружающей природной среды Российской Федерации»?
11. Какова роль ландшафтной основы в создании «Геоэкологической карты Астраханской области»?

Лекция 8. Атласное геоэкологическое картографирование (2 часа)

Требования к экологическим атласам. Общие принципы составления, структура, тематика и классификация атласов. Национальные и региональные атласы («Экологический атлас России», «Окружающая среда и здоровье населения России», «Экологический атлас Ростовской области»).

Принципы геоэкологического картографирования городской среды. Блоки природно-экологических, техногенно-экологических и социально-экологических карт. Последовательность составления геоэкологического атласа города.

Основная литература

- Жуков В. Т.* Компьютерное геоэкологическое картографирование / В. Т. Жуков, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 1999. — С. 64—66.
- Макаров В. З.* Эколого-географическое картографирование городов / В. З. Макаров, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. — М.: Научный мир, 2002. — 196 с.
- Окружающая среда и здоровье населения России / Под ред. М. Фешбаха. — М.: ПАИМС, 1995. — 448 с.
- Экологический атлас России. — М.: ЗАО «Карта», 2002. — 128 с.
- Экологический атлас Ростовской области / Под ред. В. Е. Закруткина. — Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. — 120 с.

Дополнительная литература

- Закруткин В. Е.* Экологический атлас Ростовской области: структура, содержание и методика оценки ситуации / В. Е. Закруткин [и др.] // Известия РАН. Сер. геогр. — 1999. — № 1. — С. 88—95.
- Исаченко А. Г.* Экологические проблемы и эколого-географическое картографирование СССР // Изв. ВГО. — 1990. — Т. 122. — Вып. 4. — С. 289—301.
- Касимов Н. С.* Экологическое картографирование и проект Экологического атласа России / Н. С. Касимов [и др.] // Геодезия и картография. — 1994. — № 2. — С. 43—47.

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования, предъявляемые к экологическим атласам.
2. Охарактеризуйте структуру экологического атласа.
3. Какие критерии положены в основу классификации экологических атласов?
4. Дайте характеристику «Экологического атласа России».
5. Какие блоки входят в состав атласа «Окружающая среда и здоровье населения России»?
6. В чем сущность блочно-модульной организации «Экологического атласа Иркутской области»?
7. Изложите принципы разработки «Экологического атласа Ростовской области».
8. Назовите разделы «Экологического атласа Ростовской области» и приведите примеры карт в их составе.
9. Раскройте принципы экологического картографирования городских территорий.
10. Дайте определение понятия «урболандшафтный участок».
11. Какие задачи решаются в процессе экологического картографирования городской среды?
12. Приведите примеры карт, входящих в состав каждого из трех блоков экологического атласа (или серии карт) города.
13. Изложите последовательность составления карт городской среды.

Лекция 9. Геоэкологическое районирование. Прикладное экологическое картографирование (2 часа)

Антропоэкологическое районирование России по природной, эколого-гигиенической, социально-экономической и санэкологической ситуациям. Районирование России по степени экологической напряженности. Комплексное районирование территории по экологической и социально-экономической ситуациям. Понятие об экорегионе. Двойная блоковая система районирования.

Роль экологических карт в выявлении зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Картографическое обеспечение инженерно-экологических изысканий. Экологические карты в градостроительном проектировании и кадастровой оценке урбанизированных территорий.

Основная литература

- Кочуров Б. И.* Экодиагностика и сбалансированное развитие. — М.; Смоленск: Маджента, 2003. — С. 178—194.
- Прохоров Б. Б.* Прикладная антропоэкология. — М.: МНЭПУ, 1998. — С. 119—141.

Дополнительная литература

- Кулешова Е. Л.* Учет неблагоприятных экологических факторов при кадастровой оценке городских земель // Проблемы региональной экологии. — 2004. — № 6. — С. 96—101.
- Приваленко В. В.* Эколого-геохимические исследования городов Нижнего Дона / В. В. Приваленко [и др.]. — Ростов н/Д: Облкомприроды, 1993. — 268 с.
- СНиП 11-02—96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. — Введ. 1996-11—01. — М.: Минстрой России, 1997. — 43 с.
- Трифонова Н. Е.* Экологическая составляющая при кадастровой оценке урбанизированных территорий / Н. Е. Трифонова, А. Н. Краснощеков // Проблемы региональной экологии. — 2004. — № 5. — С. 37—49.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термина «антропоэкологический район».
2. Какие показатели использовались при антропоэкологическом районировании России?
3. Что представляет собой коэффициент суммарной оценки здоровья населения (КСОЗН)?
4. С чем связаны трудности районирования?
5. Дайте определение понятий «экорегión» и «экологическое районирование».
6. Как определяется уровень экологической напряженности в пределах геоэкологического района?
7. Приведите примеры геоэкологических районов и дайте им краткую характеристику.
8. В чем сущность двойной блоковой системы районирования?
9. Какие социально-экономические критерии и показатели использовались при составлении карты «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации»?
10. Какие экологические карты входят в картографическую часть технического отчета по результатам инженерно-экологических изысканий?
11. Раскройте содержание карт современного и прогнозируемого экологического состояния.
12. Карты каких масштабов привлекаются для решения задач градостроительного проектирования?
13. Объясните различие между инвентаризационными и интегральными геоэкологическими картами в системе градостроительного проектирования.
14. Опишите схему оценки и картографирования экологических ситуаций для целей кадастровой оценки урбанизированных территорий.
15. Перечислите экологические карты, используемые в кадастровой оценке городских земель. Что является их картографической основой?

2.2. Практические занятия

1. Изучение способов картографического изображения, используемых в экологическом картографировании.

Исходные материалы: комплексные экологические карты Московской области (1993), Астраханской области (2003), России (1996) и других территорий; экологические атласы Ростовской области (2000), России (2002) и др.

Задание: определить тип локализации явления на местности, характер передаваемой информации, использованные условные обозначения и способы картографического изображения.

2. Разработка легенды экологической карты.

Исходные материалы: описание содержания карты.

Задание: 1) разработать легенду карты; 2) обосновать выбор способов картографического изображения и изобразительных средств.

3. Определение и картографирование коэффициента относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории.

Исходные материалы: 1) административная карта субъекта РФ или ее фрагмент; 2) статистические данные о структуре земельного фонда отдельных административных районов.

Задание: 1) рассчитать коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности эколого-хозяйственного состояния территории по нескольким районам; 2) ранжировать полученные значения по 3—5 градациям; 3) построить картограммы K_a и K_o , а также картодиаграммы, отображающие распределение угодий по степени антропогенной нагрузки.

4. Определение и картографирование сельскохозяйственной нагрузки.

Исходные материалы: 1) административная карта субъекта РФ или ее фрагмент; 2) порайонные статистические данные (площадь, плотность сельского населения, распаханность, количество минеральных и органических удобрений и пестицидов на 1 га посевов, плотность всех видов скота на 1 га сельскохозяйственных угодий и др.).

Задание: 1) используя 4—5 градаций, разработать оценочные шкалы по каждому показателю и дать его балльную оценку (минимальному значению присваивается 1 балл, максимальному значению — 4—5); 2) суммировать частные баллы, ранжировать полученную сумму и оценить величину сельскохозяйственной нагрузки на территорию каждого района; 3) с помощью картограмм отобразить результаты балльной оценки.

5. Определение и картографирование индекса загрязненности вод (ИЗВ).

Исходные материалы: 1) топографическая основа речного бассейна с нанесенными пунктами отбора гидропроб; 2) данные о содержании в воде основных загрязняющих веществ.

Задание: 1) рассчитать ИЗВ по каждому пункту и определить класс качества воды; 2) используя способ линейных знаков, изобразить полученные результаты; 3) отобразить уровень загрязнения воды в каждом пункте с помощью локализованных диаграмм.

6. Составление эколого-геохимических карт.

Исходные материалы: 1) топографическая карта с нанесенными точками отбора проб почвы; 2) результаты аналитического определения тяжелых металлов в отобранных пробах.

Задание: 1) построить моноэлементную карту способом изолиний; 2) рассчитать значения Z_c и построить карту его распределения.

7. Составление карты источников антропогенного воздействия.

Исходные материалы: 1) топографическая карта; 2) различные экономические карты и схемы; 3) литературные и статистические данные о видах и масштабах антропогенного воздействия (объем и структура выбросов в атмосферу, количество и степень очистки сточных вод, объем накопленных на полигонах ТБО и т.д.).

Задание: 1) нанести на карту расположение различных источников антропогенного воздействия; 2) отобразить их количественные характеристики.

8. Составление карт экологических ситуаций.

Исходные материалы: 1) карты использования земель, плотности населения, ландшафтная карта; 2) литературные, статистические и картографические материалы о нарушении, загрязнении и деградации природной среды.

Задание: 1) определить экологические проблемы территории и нанести их на карту, ранжировав по степени остроты; 2) выявить территориальные сочетания экологических проблем и определить границы ареалов экологических ситуаций.

2.3. Темы рефератов

1. Классификация геоэкологических карт.
2. Территориальные единицы экологического картографирования.
3. Экологизация тематической картографии.
4. Экологические карты акваторий.
5. Картографирование источников и уровней загрязнения атмосферы.
6. Картографирование загрязнения поверхностных вод.
7. Картографирование антропогенной нагрузки.
8. Картографирование конфликтов в природопользовании.
9. Картографирование экологического риска.
10. Экологические атласы и карты городов: сравнительная характеристика.
11. ГИС экологического сопровождения проектов в нефтегазовой отрасли.
12. ГИС для целей предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

2.4. Примерный перечень вопросов к экзамену

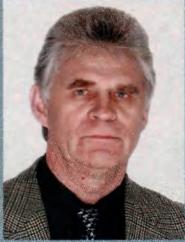
1. Понятие о геоэкологической карте и геоэкологическом картографировании. Объекты и принципы геоэкологического картографирования.
2. Направления экологического картографирования. Тематические группы экологических карт.
3. Современное состояние и проблемы экологического картографирования.
4. Критерии классификации экологических карт.
5. Классификация экологических карт по тематике.
6. Классификация экологических карт по функциям и назначению.
7. Интегральная классификация экологических карт (по Л. М. Корытному).
8. Классификация источников информации для геоэкологического картографирования.
9. Картографические источники информации.
10. Аэрокосмические источники информации.
11. Статистические источники информации.
12. Справочно-литературные источники информации.
13. Экологические ГИС.
14. Карты антропогенного воздействия на окружающую среду.
15. Карты изменений природной среды (нарушения, загрязнения, деградации).
16. Карты устойчивости атмосферы и поверхностных вод.
17. Карты устойчивости почв и морфолитогенной основы ландшафтов.
18. Карты устойчивости ландшафтов.
19. Карты размещения ООПТ и ОПТ.
20. Карты природоохранных мероприятий.
21. Карты оценки природных условий и ресурсов для жизни и деятельности человека.
22. Понятие о медико-географической карте. Классификация медико-географических карт.
23. Характеристика собственно медико-географических карт.
24. Характеристика нозогеографических карт и карт здоровья населения.
25. Понятие об экогеологической карте и эколого-геологическом картографировании. Классификация эколого-геологических карт.

26. Карта оценки экологического состояния геологической среды. Методика составления экогеологических карт.
27. Моно- и полиэлементные эколого-геохимические карты.
28. Карты оценки эколого-геохимической ситуации.
29. Многоцелевое геохимическое картирование.
30. Эколого-геоморфологические карты.
31. Понятие о комплексном экологическом картографировании.
32. Ландшафтно-экологическое и административно-экологическое направления комплексного картографирования.
33. Информационно-экологическое и проблемно-экологическое направления комплексного картографирования.
34. Критерии оценки экологических проблем и ситуаций: блок «антропогенное воздействие».
35. Критерии оценки экологических проблем и ситуаций: блок «природа».
36. Критерии оценки экологических проблем и ситуаций: блок «изменения в природе».
37. Критерии оценки экологических проблем и ситуаций: блок «последствия».
38. Интегральная типология экологического состояния регионов.
39. Составление карт экологических ситуаций (общие положения).
40. Составление карт экологических ситуаций методом географических экспертных оценок.
41. Составление карт экологических ситуаций методом формализованных оценок.
42. Методика составления карты экологических ситуаций.
43. Характеристика карты «Наиболее острые экологические ситуации СССР».
44. Характеристика карты «Экологические ситуации Северо-Кавказского региона».
45. Характеристика карты «Состояние окружающей природной среды Российской Федерации».
46. Характеристика «Геоэкологической карты Астраханской области».
47. Экологические атласы: требования, структура, классификация.
48. Характеристика «Экологического атласа России».
49. Характеристика атласа «Окружающая среда и здоровье населения России».
50. Характеристика «Экологического атласа Ростовской области».
51. Экологическое картографирование городов: принципы и задачи.
52. Основные блоки атласа города и последовательность его составления.
53. Антропоэкологическое районирование России.
54. Районирование России по степени экологической напряженности.
55. Понятие об экорегионе и двойной блоковой системе районирования.
56. Характеристика карты «Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации».
57. Роль экологических карт в выявлении зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.
58. Картографическое обеспечение инженерно-экологических изысканий.
59. Экологические карты как инструмент градостроительного проектирования.
60. Использование геоэкологических карт при кадастровой оценке урбанизированных территорий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава 1. Теоретические и методические основы геоэкологического картографирования	10
1.1. История становления и современное состояние геоэкологического картографирования. Классификация карт	10
1.2. Научно-методические основы, источники информации и современные технологии в геоэкологическом картографировании	18
Глава 2. Тематические группы экологических карт (обзор)	35
2.1. Карты оценки природных условий и ресурсов для жизнедеятельности человека (населения)	35
2.2. Карты экологически неблагоприятных и опасных природных процессов	42
2.3. Карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям	45
2.4. Карты антропогенных воздействий на природную среду и ее изменений	55
2.5. Карты экологического риска	67
2.6. Эколого-геологические карты	73
2.7. Эколого-геохимические карты	80
2.8. Эколого-геоморфологические карты	91
2.9. Карты медико-географические	95
2.10. Карты охраны природы	103
2.11. Экологические карты прикладного назначения	107
Глава 3. Комплексное экологическое картографирование	111
3.1. Экологические карты комплексного содержания. Основные направления и методы разработки	111
3.2. Характеристика экологических карт комплексного содержания	121
Глава 4. Виды и направления экологического районирования	134
4.1. Антропоэкологическое районирование	134
4.2. Районирование по степени экологической напряженности. Экорегионы России	138
4.3. Комплексное районирование территории по экологической и социально-экономической ситуации	144
Глава 5. Атласное экологическое картографирование	150
5.1. Структура и классификация экологических атласов	150
5.2. Национальные атласы	152
5.3. Региональные атласы	156
5.4. Экологические атласы городов	164

Заключение	169
Словарь терминов	170
Приложения	177
1. Организационно-методический раздел	177
2. Содержание курса	177
2.1. Учебно-тематический план курса	177
2.2. Практические занятия	187
2.3. Темы рефератов	189
2.4. Примерный перечень вопросов к экзамену	189



Кочуров Борис Иванович – доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Действительный член Русского географического общества, действительный член Международной академии исследований будущего (МАИБ), действительный член Международной академии информатизации. Автор более 450 научных работ, в том числе 10 монографий и учебных пособий.



Шишкина Диана Юрьевна – кандидат географических наук, доцент Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону). Автор более 80 научных и учебно-методических работ.



Антипова Ангелина Васильевна – кандидат географических наук, научный сотрудник Института географии РАН. Действительный член Русского географического общества, действительный член Международной академии исследований будущего (МАИБ). Автор более 300 научных работ.



Костовска Силвия Костадинова – кандидат географических наук, научный сотрудник Института географии РАН. Действительный член Русского географического общества. Автор более 45 научных работ.

ISBN 978-5-7695-4940-3



9 785769 549403

Издательский центр «Академия»
www.academia-moscow.ru