

Н. В. Гагина, Т. А. Федорцова

**МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Курс лекций

**МИНСК
БГУ
2002**

УДК 550.8

ББК 26.3

Г12

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра физической географии Белорусского государственного
педагогического университета им. М. Танка;
заведующий научно-исследовательской лабораторией экологии
ландшафтов Белорусского государственного университета,
доцент, кандидат сельскохозяйственных наук *В. М. Яцухно*;

*Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
Белорусского государственного университета*

Гагина Н. В., Федорцова Т. А.

Г12 Методы геоэкологических исследований: Курс лекций /
Н. В. Гагина, Т. А. Федорцова. – Мн.: БГУ, 2002. – 98 с.
ISBN 985-445-

В курсе лекций рассматриваются направления геоэкологических исследований природных и природно-хозяйственных геосистем на базе методов физической и экономической географии.

Предназначено для студентов географического факультета специальности 25 00 36 «Геоэкология».

**УДК 550.8
ББК 26.3**

ISBN 985-445-

© Гагина Н. В., Федорцова Т. А., 2002
© БГУ, 2002

ВВЕДЕНИЕ

Многообразие форм воздействия человека на географическую среду, их динамизм, масштабность и интенсивность проявления, а также осознание социально-экологической значимости такого воздействия, приводят к выдвиганию вопросов взаимодействия природы и общества в ряд актуальных проблем современности.

Геоэкологические исследования находятся на этапе своего активного развития и направлены на решение этих вопросов в рамках изучения географических систем «природа – хозяйство – общество» на основе комплексных физико-географических, экологических, экономико-географических и социально-экологических исследований.

В курсе «Методы геоэкологических исследований» рассматриваются методы изучения географической среды и слагающих ее природных, природно-антропогенных и социально-экономических территориальных геосистем на основе гуманитарно-экологического подхода с целью рационального природопользования и оптимизации взаимодействия общества с окружающей средой.

Одной из задач курса является формирование у студентов-географов необходимых знаний о порядке организации, методах и приемах геоэкологических исследований, включая физико-геоэкологические и экономико-геоэкологические направления.

В первой части курса рассмотрены основные классификации методов физико-географических исследований и дан подробный анализ базовых геоэкологических исследований природных и природно-антропогенных геосистем.

Вторая часть курса посвящена анализу предмета и изучению методов экономико-геоэкологических исследований.

Курс рассматривается как база подготовки студентов к научно-исследовательской работе. Даются основы самостоятельной работы с научной литературой и картографическими материалами, навыки правильного выбора и применения методов в собственных научных исследованиях.

Ч А С Т Ь I

МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основная функция научного исследования состоит в выработке и теоретической систематизации объективных знаний о действительности. Научное исследование включает деятельность по получению нового знания, а также ее результат – сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Целью научных исследований, включающих фундаментальные и прикладные направления, является описание, объяснение и предсказание на основе открытых законов, процессов и явлений действительности, составляющих предмет изучения каждой научной дисциплины. Научным мировоззрением и общей методологией познания объективной картины мира, наиболее общих законов развития природы и общества, выступают диалектический и исторический материализм. Теория познания, или гносеология, являющаяся составной частью диалектического материализма говорит о признании принципиальной возможности познания объективной реальности; историзме познания, имеющего свои ступени и формы; критерием истинности наших представлений о мире называет общественно-историческую практику, признает активное начало субъекта познания.

Объектом научного исследования является объективная реальность, субъектом – сознание человека, отражающего реальность в форме деятельности, языка и знаний, выработанных в ходе истории общества, под предметом исследований понимают свойства и отношения, которыми обладает объект.

1.1. Основные понятия научного исследования

Говорить о научных исследованиях невозможно без четкого понимания сущности основных понятий науки: теории, методологии, метода и методики.

Наиболее завершенной формой научного знания выступает теория, которая дает предметные знания о мире, в наиболее обобщенном, формализованном виде представляет объект.

Теория (от греч. theoria – рассмотрение, исследование) – система основных идей в той или иной отрасли знания, форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях объекта исследований.

Изучение закономерностей, выявление существенных связей и формализация составляют содержание теоретических методов исследования.

Методология (метод и ...логия) – учение о структуре, принципах построения, формах и способах научного познания.

Методология исследований включает структуру научных направлений, методы и порядок организации исследования. Вместе с тем это и общий принцип, руководящий всей стратегией исследования. Если теория направлена на получение знаний о самой действительности, то методология – на процесс получения знаний. Между теорией и методологией сохраняется отношение цели и средства.

С методологией тесно связано понятие научного подхода, который характеризуется использованием представлений и моделей за пределами определенной науки. Как указывает В. С. Преображенский, среди методологий частных наук становятся научными подходами лишь те из них, которые раскрывают способы получения новой информации и могут составить суть подхода как явления самостоятельного, более широкого, чем методология собственно конкретной науки.

Метод (от греч. methodos – путь исследования) – способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического и теоретического освоения (познания) действительности.

Теория познания на уровне философского обобщения говорит о методе как способе построения и обоснования системы философского знания. Важнейшим общенаучным методом выступает материалистическая диалектика, законы и основные положения которой – о всеобщей связи явлений, движении как важнейшем свойстве материи, единстве и борьбе противоположностей, переходе количественных изменений в качественные, отрицании отрицания – составляют методологическую основу современной науки.

Дальнейшим развитием диалектического метода является системный подход, имеющий общенаучное значение. Системный подход рассматривает объект в его внутренних и внешних взаимосвязях, представляет его как структурную часть более крупного целого и как совокупность более мелких структурных частей. С материалистиче-

ской и исторической диалектикой связан исторический подход, вытекающий из всеобщей связи и развития природы и общества.

Научное исследование включает два уровня знания и, соответственно этому, эмпирические и теоретические методы.

Эмпирические методы представляют собой приемы получения информации, ее обработки в результате целенаправленной познавательной деятельности. В сложившуюся систему научных наблюдений входят: 1) методы непосредственных наблюдений, когда наблюдатель находится в прямом контакте с объектом наблюдения; 2) методы опосредованные, при которых контакт с объектом наблюдения осуществляют специальные устройства – датчики, преобразующие температуру, давление, состав, свойства вещества и иные контролируемые величины в сигналы, удобные для передачи и регистрации; 3) методы дистанционные (бесконтактные), с помощью которых информация о состоянии объекта наблюдения регистрируется на расстоянии от него.

Теоретические методы включают приемы выявления закономерностей по результатам накопленных наблюдений, выводы из них. Они основаны на приемах абстрагирования, анализа и синтеза.

Абстрагирование – выделение существенных свойств и связей предмета и отвлечение от других частных его свойств и связей. Абстрагирование необходимо для того, чтобы во множестве конкретных наблюдений и фактов выделить нечто общее, типичное.

Анализ – расчленение объекта (мысленное или реальное) на элементы. Анализ состоит, как правило, в исследовании результата абстрагирования, часто изолированно от других явлений.

Синтез – соединение элементов в единое целое. Синтез сводится к поиску рациональной картины мира, которая объединяет в целостную систему множество данных и частных абстракций.

При абстрагировании, анализе и синтезе пользуются правилами абстрактной логики, различными общенаучными и конкретно-научными принципами. Основными методами логического действия являются дедукция – исследования от «общего» к «частному» – и индукция – от «частного» к «общему». Посылками дедукции (аксиоматического метода) являются аксиомы, постулаты или гипотезы, имеющие характер общих утверждений («общее»), а завершением – следствия из посылок, теоремы («частное»). Дедукция является основным средством научного доказательства. Индукция представляет собой умозаключение от фактов («частного») к некоторой гипотезе (общему утверждению).

Разграничение знаний на теоретические и эмпирические не имеет жесткого характера, так как и при наблюдениях, и тем более при экспериментах, используют определенные теоретические представления.

К основным общенаучным методам исследования относятся также моделирование и эксперимент.

Моделирование – исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей; использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения конструируемых объектов.

Модель рассматривается как любой образ, аналог, мысленный или условный, какого-либо объекта, процесса или явления – «оригинала» данной модели. На идее моделирования базируется любой метод научного исследования – как теоретический, при котором используются различного рода идеальные модели, так и экспериментальный, использующий предметные модели. Идеальные модели подразделяются на: 1) образные (фотографии, зарисовки с натуры); 2) образно-знаковые, включающие вербальные (дефиниции, законы), графические (диаграммы, схемы), картографические; 3) знаковые или математические (математическая обработка данных, математическое моделирование и прогноз). Предметные модели включают пространственно и физически подобные.

Экспериментом называют чувственно-предметную деятельность в науке, опыт, построение предметных моделей, воспроизводящих объект, проверку гипотез.

В географических исследованиях к числу экспериментальных методов относятся: 1) натурные эксперименты, связанные с организацией направленных воздействий на природные системы и изучением реакции (откликов) систем; 2) модельные эксперименты, которые осуществляются на аналогах определенных природных систем.

Современный этап развития всех наук характеризуется усилением внимания к методике исследований.

Методика – совокупность, система общих и частных приемов получения нового знания.

Методика исследований включает выбор объекта и предмета исследования, отбор свойств и признаков, вовлекаемых в исследование, их ранжирование по значимости для изучаемого явления, методы получения и обработки информации об объекте, приемы нахождения эмпирических зависимостей.

1.2. Методологические основы геоэкологических исследований

Наиболее общим объектом географии является географическая оболочка – целостная и непрерывная оболочка Земли, охватывающая нижние слои атмосферы, верхние толщи литосферы, почти всю гидросферу и всю биосферу. Географическая среда – это часть географической оболочки в наибольшей степени измененная человеком в процессе развития цивилизации и тождественная его современной окружающей среде. Окружающая среда рассматривается как среда обитания и производственной деятельности человечества, окружающий человека природный (природная среда) и материальный (искусственная, техногенная среда) мир.

Геоэкологические исследования направлены на разработку теоретических основ, принципов и нормативов рационального природопользования, устойчивого развития общества и оптимизации его взаимодействия с окружающей средой. Современный этап становления геоэкологии как научного направления обуславливает различные, а подчас и противоречивые взгляды ученых на объект и предмет изучения. В научной литературе термин «геоэкология» является термином свободного пользования, указывая на авторскую трактовку объекта и предмета исследований (табл. 1).

Таблица 1

Трактовка объекта и предмета геоэкологических исследований

Автор	Объект исследования	Предмет исследования
Преображенский В. С.	Геосистемы	их равнозначные связи
Трофимов В. Т., Реймерс Н. Ф.	природные и преобразованные экосистемы высокого уровня организации	закономерности функционирования и эволюции
Петров К. М.	географические, биологические и социально-производственные системы	их взаимодействие
Швебс Г. И.	природно-общественные системы и окружающая среда	их взаимодействие
Исаченко А. Г.	географическая среда	ее состояние с экологической точки зрения
Витченко А. Н.	географическая среда	природные и природно-антропогенные геосистемы

Объектом геоэкологических исследований нами рассматривается географическая среда, предметом – изучение природных и природно-антропогенных геосистем различного иерархического уровня на основе гуманитарно-экологического подхода.

В геоэкологических исследованиях базовым является понятие геосистемы.

Геосистема – это географическое образование, состоящее из целостного множества взаимосвязанных, взаимодействующих компонентов географической оболочки.

Корневые слова термина не накладывают ограничений в сфере его применения в географических науках, и к настоящему времени сложились четыре группы его использования: 1) для природных географических образований; 2) для социально-экономических образований; 3) для сложных образований, включающих одновременно элементы природы, населения и общества, целостность которых поддерживается прямыми, обратными и преобразованными связями; 4) для обозначения всех объектов отрасли знания наук о Земле.

Следует помнить, что в экологии ключевым является понятие экосистемы, представляющей собой единство биотических компонентов с абиотической средой, организованное потоками энергии и абиотическим круговоротом веществ.

При одинаковом составе элементов природной геосистемы и экосистемы учитывается их разная организация (рис. 1).

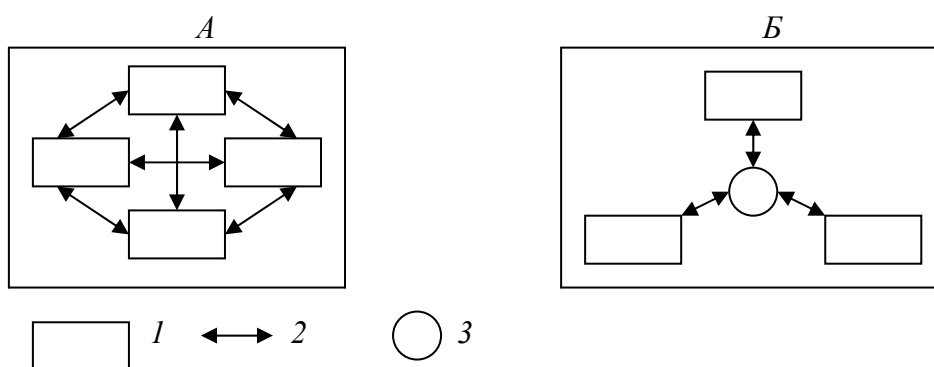


Рис. 1. Сходство и различие содержания понятий А) «геосистема» и Б) «экосистема» (по Преображенскому В. С., 1986)

1– элементы системы; 2 – связи между элементами системы; 3 – элемент системы, которому придается особое значение.

Трактовка объекта и предмета геоэкологических исследований позволяет устанавливать границы исследований геосистем в зависимости от решаемой задачи, объединить физико-географические и экономико-географические направления для решения практических задач рационального природопользования.

Специфика геоэкологических исследований заключается в чрезвычайном разнообразии, разнокачественности и разномасштабности элементов геосистем. Геоэкология ориентируется на комплексные исследования в триаде «природа – хозяйство – общество», связанные с геоэкологической оценкой последствий хозяйственной деятельности, качества среды жизнедеятельности населения и выработкой рекомендаций рационального природопользования.

Методологическую установку геоэкологических исследований можно сформулировать как набор следующих подходов:

- *гуманитарно-экологический подход* – совокупность взглядов и действий, выражающихся в уважении достоинства и прав человека, его ценности как личности, заботе о благе людей, их всестороннем развитии, создании благоприятных для человека условий среды жизнедеятельности с учетом экологических ограничений;
- *системный подход*, ядром которого является рассмотрение объекта как системы, ориентирующее исследователя на раскрытие целостности объекта, выявления многообразия типов связей и сведение разнородных элементов в единую теоретическую картину;
- *экологический подход* – представления о сложных системах, в которых одновременно с множеством разнородных элементов различают две подсистемы: «хозяина» и окружающую его среду;
- *функциональный (факторный) подход*, в основе которого лежит представление о том, что состояние одного из компонентов рассматривается как функция масштаба активности других компонентов, анализируемых в качестве факторов. Функциональный подход опирается на развитый аппарат статистики и прежде всего на факторный анализ, позволяет понять и описать с помощью математического аппарата многие связи в природе, хотя он имеет и ряд существенных ограничений в применении;
- *ландшафтный подход* выражает идею взаимной связи и взаимной обусловленности природных географических компонентов и элементов в природно-территориальных комплексах;
- *информационный анализ* строится на основе представлений о передаче информации в географической среде;

- *структурный анализ*, в основе которого лежит изучение взаимодействия составных частей геосистемы в целом. Основные элементы и аппарат этого анализа заимствованы из кибернетики, и ключевым понятием является понятие «обратной связи»;

- *структурно-морфологический анализ* направлен на изучение морфологического характера объекта и его компонентного или элементного состава;

- *позиционный анализ* – определение положения объекта относительно природных и антропогенных потоков вещества и энергии, природных и антропогенных тел.

Геоэкология использует общенаучные принципы и подходы, частные методы эмпирических наблюдений и теоретических обобщений физической и социально-экономической географии, экологии, химии, физики, активно применяет математический аппарат.

Геоэкологические исследования требуют особой тщательности и подготовки. Полноценное научное исследование включает в себя подготовительный, полевой и камеральный периоды. Их временная продолжительность существенно различается в зависимости от целей, задач и масштаба исследований.

В схеме геоэкологических исследований выделяют несколько логически последовательных этапов.

Инвентаризационный этап – выявление, описание, систематизация, картографирование элементов природных и природно-антропогенных геосистем, их свойств, процессов и явлений. Этот этап, как правило, занимает подготовительный и полевой периоды.

Оценочный этап включает приемы анализа и синтеза взаимодействия природных условий и ресурсов с различными формами деятельности общества, выявление, картографирование и оценку сложившихся геоэкологических ситуаций. Этап завершается разработкой рекомендаций по оптимизации свойств и территориальной организации геосистем.

Прогнозный этап направлен на изучение ожидаемых изменений геоэкологических ситуаций за заданный период времени.

Геоэкологические исследования отличаются значительной продолжительностью подготовительного и камерального периодов в связи с возрастанием объема и разнокачественности информации, усилением аналитических исследований, применением математических методов анализа и ГИС-технологий при обработке данных.

2. МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЭКОЛОГИИ

2.1 Природные и природно-антропогенные геосистемы как объект исследований

Геоэкологические исследования опираются на понятийную базу комплексных и отраслевых физико-географических дисциплин при активном использовании экологического подхода. Объектом физико-геоэкологических исследований выступают природные и природно-антропогенные геосистемы, свойства которых изучают с позиций оценки качества окружающей среды как среды обитания и жизнедеятельности человека.

В комплексных физико-географических исследованиях оперируют терминами «геосистема», «природно-территориальный комплекс» (ПТК), «ландшафт». Все они трактуются как закономерные сочетания географических компонентов или комплексов низшего ранга, образующих систему различных уровней от географической оболочки до фации.

Термин «ПТК» – общее, внеранговое понятие, он акцентирует внимание на закономерности сочетания всех географических компонентов: масс твердой земной коры, гидросферы (поверхностных и подземных вод), воздушных масс атмосферы, биоты (сообществ растений, животных и микроорганизмов), почв. В качестве особых географических компонентов выделяют рельеф и климат.

ПТК – пространственно-временная система географических компонентов, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое.

Термин «геосистема» отражает системные свойства (целостность, взаимосвязь) элементов и компонентов. Это понятие шире понятия «ПТК», так как всякий комплекс является системой, но не всякая система является природно-территориальным комплексом.

В ландшафтоведении базовым является термин «ландшафт». При его общей трактовке, термин относится к системе общих понятий и обозначает географические системы, состоящие из взаимодействующих природных или природных и антропогенных комплексов более низкого таксономического ранга. В региональной трактовке ландшафт рассматривается как ПТК определенной пространственной размерности (ранга), характеризующийся генетическим единством и тесной взаимосвязью слагающих компонентов. Специфика регионального

подхода хорошо видна при сравнении понятий *фа́ция* – *урочи́ще* – *ландшафт*.

Фа́ция – это ПТК, на всем протяжении которого одинаковы *литология поверхностных отложений, характер рельефа, увлажнения, один микроклимат, одна почвенная разность, один биоценоз.*

Урочи́ще – ПТК, состоящий из генетически связанных между собой *фа́ций* и занимающих обычно целиком всю форму *мезорельефа.*

Ландшафт – генетически однородный ПТК, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, климат, состоящий из *свойственного только данному ландшафту набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся урочищ.*

Типологическая трактовка акцентирует внимание на однотипности ПТК, разобщенных в пространстве, и может рассматриваться как их классификация.

При изучении ПТК, преобразованных хозяйственной деятельностью, вводятся понятия антропогенного комплекса (АК), как целенаправленно создаваемого человеком и не имеющего аналогов в природе, и природно-антропогенного комплекса (ПАК), структура и функционирование которого во многом predetermined природными предпосылками. Перенеся региональную трактовку ландшафта на антропогенный ландшафт (АЛ), по А. Г. Исаченко, под ним нужно понимать антропогенные комплексы региональной размерности. Общая трактовка ландшафта позволяет рассматривать антропогенные ландшафты как *внеранговое понятие.* Антропогенный ландшафт представляет, по мнению Ф. Н. Милькова, единый комплекс равнозначных компонентов, характерной чертой которого является наличие признаков саморазвития в соответствии с природными закономерностями.

Преобразованные человеком ПТК вместе с их антропогенными объектами называют геотехническими системами. Геотехсистемы (ландшафтно-технические, по Ф. Н. Милькову) рассматриваются как *блоковые системы.* Они образованы природными и техническими блоками (подсистемами), развитие которых подчинено и природным, и социально-экономическим закономерностям при ведущей роли технического блока.

Природно-хозяйственные геосистемы рассматривают с позиции триады: «природа – хозяйство – общество» (рис. 2). В зависимости от вида и интенсивности антропогенного воздействия формируются вторичные по отношению к ландшафтам природно-хозяйственные геосистемы различного ранга.

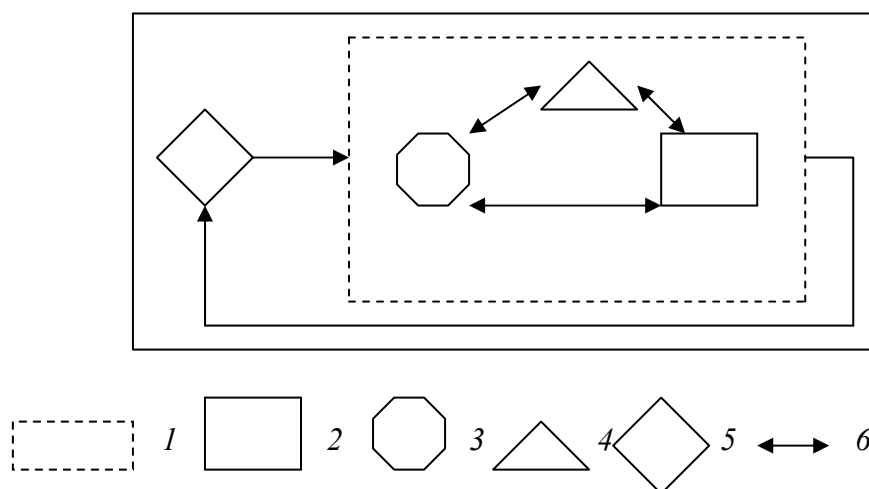


Рис. 2. Модель геосистемы «природа – хозяйство – общество»
(по Преображенскому В. С., 1986)

1 – управляемая часть системы; элементы системы: 2 – природные, 3 – технические, 4 – субъект, 5 – орган управления; 6 – связи элементов.

2.2. Классификация методов физико-географических исследований

Разнообразие применяемых методов физико-географических исследований в геоэкологии предопределяется сложностью изучаемых объектов – природных и природно-антропогенных геосистем и требует определенной их классификации, т. е. разделения на группы, однородные в каком-либо отношении. Имеющиеся классификации физико-географических методов (В. К. Жучкова, Э. М. Раковская, 1982; Ф. Н. Мильков, 1990; В. С. Преображенский, 1971) значительно различаются между собой и опираются на различные критерии выделения классификационных групп.

Классификация по критерию универсальности. Ф. Н. Мильков все методы исследований сводит к трем категориям: общенаучным, междисциплинарным и специфическим для данной науки.

К *общенаучным методам* относятся рассмотренные методы материалистической диалектики, исторический, системный подход. *Моделирование*, отнесенное Ф. Н. Мильковым к междисциплинарным методам, по рассматриваемому критерию универсальности ближе к группе общенаучных.

В геоэкологии моделирование является одним из основных методов исследований и имеет ряд особенностей, обусловленных необходимостью учета взаимоотношений разнокачественных природных и

антропогенных объектов. Геоэкологическое моделирование оперирует всеми видами идеальных и предметных моделей, которые взаимно дополняют друг друга. Одним из основных специфических выражений метода моделирования следует рассматривать построение геоэкологических картографических моделей. Широко распространены графические модели в виде таблиц-матриц взаимодействия между характеристиками состояния ПТК и видами антропогенных воздействий, а также между природными и техногенными элементами в геотехсистемах. К образно-знаковым моделям относятся классификации, легенды геоэкологических карт. В последние годы активно развивается имитационное моделирование.

Междисциплинарные методы являются общими для группы наук. В физико-географических исследованиях к ним относятся геохимический, геофизический, геоэкологический и математические.

Геохимический метод связан с применением законов общей геохимии в изучении геосистем. Специфическим выражением геохимического метода является *метод сопряженного анализа*, заключающийся в одновременном изучении химического состава всех компонентов ПТК с последующим сравнением полученных результатов между собой как в пределах одного элементарного геохимического ландшафта, так и смежных с ним. Теория, методология и методика ландшафтно-геохимических исследований составляют основу нового научного направления – геохимии окружающей среды. Результатом эколого-геохимических исследований является оценка совместимости природных и антропогенных геохимических потоков, устойчивости природных систем к техногенным нагрузкам, нормативная оценка качества среды жизнедеятельности населения и природных экосистем.

Геофизический метод. Специфическим выражением геофизического метода является *метод балансов*, в основе которого лежит универсальный физический закон сохранения вещества и энергии. Геофизические исследования отличаются трудоемкостью сбора геофизического материала, использованием сложной аппаратуры, преимущественно стационарными условиями наблюдения. Балансовый метод используется для изучения радиационных и тепловых условий подстилающей поверхности, водного режима почв, продуктивности биоценозов природных и природно-антропогенных геосистем.

Эколого-геофизические исследования направлены на оценку соотношения природных и антропогенных потоков вещества и энергии,

изменения геофизического состояния территории под влиянием техногенных теплового, динамического, электрического полей.

Геоэкологический метод. В настоящее время наблюдается активное формирование этого метода. Его суть заключается в изучении природных и природно-антропогенных геосистем с позиций гуманитарно-экологического подхода, в оценке окружающей среды как среды жизнедеятельности человека. Отличительной чертой этого метода является качественно новый уровень синтеза знаний физико-географических и экономико-географических наук, экологического и системного подходов.

Математические методы. В той или иной форме математические методы применяются практически во всех естественных и социальных науках. В настоящее время все активнее применяются методы и принципы теории вероятности, теории информации, теории графов, теории игр. Конкретное содержание приемов анализа выбирается под влиянием избранной модели, представлений о характере связей и практической цели исследования.

Важную роль в геоэкологических исследованиях играет математическая обработка полученных результатов. Полученные в результате наблюдения фактические данные обрабатываются с использованием приемов статистического анализа. Математическая обработка определяет правила составления выборок и обработки вариационных рядов. Характеристика вариационных рядов дается по группам показателей среднего положения, разнообразия признаков, формы распространения, точности опыта, достоверности различия.

Объяснение эмпирических фактов, выявление закономерностей и взаимосвязи наблюдаемых явлений решается с применением различных видов математического анализа: корреляционного, факторного, кластерного, регрессионного, информационного.

Специфические методы исследований включают сравнительно-географический, картографический (сравнительно-описательный и литературно-картографический, по Ф. Н. Милькову), ландшафтный, дистанционного зондирования, палеогеографический. Специфические методы также включают метод балансов (специфический метод геофизических исследований) и метод сопряженного анализа (специфический геохимический метод).

Сравнительно-географический метод – самый традиционный, остается основным методом отраслевых и комплексных наук физико-географического цикла. Наиболее распространенными, но далеко не

самыми совершенными являются так называемые «визуальные приемы анализа». Как указывает В. С. Преображенский, методические указания их выполнения сводятся к совету «смотри и сравнивай». Выражением сравнительного метода на картах служат, по Ф. Н. Милькову, различного рода изолинии – изотермы, изогипсы, изобары и др. Метод применяется для решения задач, связанных с сокращением неопределенности географической информации, классификацией, районированием, оценкой объектов. В настоящее время сравнительно-географический метод активно обогащается математическими методами анализа информации. Метод *аналогии* является одним из направлений развития сравнительно-географического метода. Его сущность заключается в принципиальной возможности изучения малоисследованного объекта по аналогу в другой системе, которая достаточно изучена и знания о которой переносятся на изучаемый объект.

Картографический метод заключается в создании карты как образно-знаковой модели с пространственно-временным подобием объекту и использовании карт с целью познания отраженных в них явлений. Картографический метод также позволяет получать сведения о качественных и количественных характеристиках объекта, изучать взаимосвязь и взаимозависимость, устанавливать динамику и эволюцию явлений, составлять прогноз.

Возможность изображения интегральных явлений на карте является важнейшей основой развития геоэкологического картографирования. Геоэкологические карты являются синтетическими, отражающими и природно-ресурсное состояние, и формы антропогенного воздействия на геосистемы. На геоэкологических картах отображается не только статика (инвентаризация) форм и интенсивности загрязнения и нарушения природной среды, но их динамика. Результатом анализа данных наблюдений являются оценочные прогнозные и рекомендательные карты. Еще одно направление геоэкологического картографирования связано с оценкой геоэкологических ситуаций в системе «природа – хозяйство – общество».

Ландшафтный метод направлен на комплексное изучение происхождения, структуры, современного состояния, функционирования ландшафтов под воздействием природных и антропогенных факторов. Ландшафтные исследования опираются на системный подход, сравнительно-географический, картографический, геофизический, геохимический, аэрокосмический и др. методы. Ландшафтная съемка – как основа исследований – заключается в полевом изучении ландшафтов

методами ландшафтного картографирования и профилирования, комплексного описания точек наблюдения. Результатом таких исследований является составление ландшафтных карт на уровне урочищ и фаций. Большое значение придается изучению функционирования и динамики ландшафтов методами геохимии и геофизики на базе стационарных наблюдений, эколого-геохимической оценке состояния природных и природно-антропогенных комплексов.

Метод дистанционного зондирования (аэрокосмический) относится к опосредованным наблюдениям и включает широкий спектр средств и методов зондирования земной поверхности, способов регистрации, доставки и обработки информации. Наблюдения ведутся аэро- и космическими средствами с использованием фотографических систем регистрации информации, к которым относится фотосъемка в видимом диапазоне, и нефотографических систем – телевизионная, тепловая, радиолокационная, сканерная съемки. Возможность с помощью этих методов проведения регулярных наблюдений является базой для различных видов мониторинга, в том числе экологического.

К аэрокосмическому методу относится также анализ аэрофотоснимков для выявления и уточнения границ и структуры природно-территориальных комплексов локального уровня.

В *палеогеографическом методе* основой для физико-географических реконструкций геосистем выступает естественно-исторический подход. В основе его лежит *принцип актуализма*, заключающийся в объяснении процессов прошлого, исходя из представлений о современных процессах и явлениях, и *принцип историзма*, требующий изучения предметов и явлений в конкретно-исторических условиях их становления и эволюции. Палеогеографический метод позволяет изучать прошлое состояние геосистем в конкретных пространственно-временных обстановках, исследовать настоящее их состояние как результат конкретного пространственно-временного развития и прогнозировать тенденции будущего развития на основе их анализа в прошлом и настоящем.

Координация и субординация методов исследований. Множественность методов физико-географических исследований находится в определенной взаимосвязи (координации) и соподчиненности (субординации) между собой. В. С. Преображенским предложена их классификация по положению наблюдателя или приборов, состоянию изучаемого объекта, отношению к техническим приемам наук, мере общности и положению в системе этапов познания (табл. 2).

Таблица 2

**Классификация групп методов комплексных
физико-географических исследований**

Группы методов				
по положению наблюдателя или приборов	по состоянию изучаемого объекта	по отношению к техническим приемам тех или иных наук	по мере общности	по положению в системе этапов познания
Полевые Наземные Экспедиционные линейные площадные Полустационарные Стационарные Аэрокосмические Камеральные	Пассивные наблюдения Эксперимент	Физические Химические Геологические Биологические Логические	Общие дедуктивный индуктивный Частные	Эмпирический уровень наблюдение и составление протоколов наблюдений нахождение эмпирических зависимостей предсказание поведения объекта Теоретический уровень выработка идей создание теории

Для географов наиболее привычным является представление о разделении методов на полевые (методы эмпирических наблюдений) и камеральные (теоретических обобщений).

Среди полевых методов выделяют аэрокосмические и наземные. Наземные методы по положению наблюдателя включают экспедиционные, полустационарные и стационарные методы наблюдения. Каждому из них соответствует свой класс решения задач, временной интервал, масштабы исследования.

Экспедиционные исследования составляют от нескольких дней до нескольких месяцев в году и направлены на изучение малоисследованных ПТК и их состояний. Основным эмпирическим методом является метод детального физико-географического описания точек наблюдения. По форме выделяют линейные и площадные методы наблюдения, среди них основными являются:

- метод профилирования – точки наблюдений закладывают вдоль линий, проложенных вкрест простирающихся основных форм рельефа, от водоразделов к местным базисам эрозии. Метод очень популярен во всех направлениях ландшафтных исследований;
- метод произвольных маршрутов – маршрут определяется по особенностям рельефа и растительности. Целесообразно точки ком-

плексных наблюдений закладывать таким образом, чтобы охватить все разнообразие изучаемых ПТК. Метод широко применяется при крупномасштабном ландшафтном картографировании;

- метод геометрической сетки – точки закладывают в вершинах геометрических фигур, с образованием сплошной сети. Участки заранее размечают по топографической карте или аэрофотоснимкам. Наиболее часто метод применяется при ландшафтно-геохимическом изучении антропогенных комплексов.

Полустационарные наблюдения проводятся для изучения определенных состояний ПТК с частотой позволяющей охватить все типичные состояния, характерные в течение года. Организация таких исследований проводится уже после экспедиционного этапа, на территории с хорошо изученной горизонтальной структурой ПТК.

Стационарные исследования проводятся на физико-географических стационарах или на базе других научных учреждений (например, сети заповедников, национальных парков) по специально разработанной программе. Эти исследования отличаются наибольшей детальностью изучения горизонтальной и вертикальной структуры ПТК, изучение состояний и процессов в ПТК проводятся круглогодично и круглосуточно. Наиболее распространенным методом стационарных исследований является метод комплексной ординации или сопряженный анализ состояния всех компонентов ПТК.

На эмпирическом уровне исследований методы подразделяются на методы наблюдения, нахождения эмпирических зависимостей и предсказания поведения объекта (прогноза).

Все действия, связанные с наблюдением, т. е. обзором и измерением параметров, приводят к составлению протокола наблюдений. Среди их многочисленных видов в физико-географических исследованиях наиболее распространены бланки, полевые дневники и карты.

Анализируя развитие методики наблюдений, В. С. Преображенский отмечает следующие особенности: стремление к переносу многих действий в камеральную обстановку (работа с аэрофотоснимками, анализ отобранных образцов); увеличение полевых измерительных работ, особенно связанных с изучением перемещения потоков вещества и энергии; взаимопроникновение экспедиционных и стационарных методов; усиление жесткости (кондиционности) протоколов наблюдений.

На современном этапе развития методов наблюдений результаты представляются в виде изображений (снимков, пространственно-временных диаграмм, карт) и баз данных на компьютерных носителях информации, которые вместе с программами обработки входят в состав геоинформационных систем, каталогов, таблиц.

Географические информационные системы (ГИС) – это средство моделирования и познания природных и социально-экономических систем. Как указывает А. М. Берлянт, понятие «географические» обозначает в данном случае не «пространственность» или «территориальность», а комплексность и системность исследовательского подхода. ГИС применяется для исследования всех тех природных, общественных и природно-общественных объектов и явлений, которые изучают науки о Земле и смежные с ними социально-экономические науки, а также картография, дистанционное зондирование. В технологическом аспекте ГИС (ГИС-технология) предстает как средство сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной географической информации. С производственной точки зрения ГИС является комплексом аппаратных устройств и программных продуктов (ГИС-оболочек), предназначенных для обеспечения управления и принятия решений, важнейший элемент этого комплекса – автоматические картографические системы. ГИС одновременно рассматривается как инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии.

В геоэкологических исследованиях ГИС используются для решения следующих основных задач: рационального использования природных ресурсов; мониторинга геоэкологических ситуаций и опасных природных явлений; оценки техногенных воздействий на среду и их последствий, обеспечения экологической безопасности регионов; а также при проведении экологической экспертизы проектов хозяйственной и иной деятельности; контроля условий жизнедеятельности населения; в научных исследованиях и образовании; геоэкологическом картографировании (комплексном и отраслевом). Наиболее полная информация о состоянии окружающей среды получается в результате *мониторинговых наблюдений*. Существуют различные подходы к классификации мониторинга (по характеру решаемых задач, уровням организации, природным средам за которыми ведутся наблюдения). Система геоэкологического мониторинга накапливает, систематизирует и анализирует информацию о состоянии ок-

ружающей среды, источниках и факторах воздействия, допустимости изменений и нагрузок на среду.

Система мониторинга реализуется на нескольких уровнях, которым соответствуют специально разработанные программы: импактном (изучение сильных воздействий в локальном масштабе); региональном (проявление проблем миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона); фоновом (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность). Программы наблюдений формируются по принципу выбора приоритетных (подлежащих первоочередному определению) загрязняющих веществ и интегральных (отражающих группу явлений, процессов или веществ) характеристик.

Методы нахождения эмпирических зависимостей характеризуют способ познания объекта. К ним относятся уже рассмотренные общенаучные, междисциплинарные и специфические методы исследования. Наибольшую роль в физико-географических исследованиях играют сравнительный, картографический, исторический и математический методы, взаимодействующие между собой. В геоэкологических исследованиях большое значение также имеют геохимический, ландшафтный, системный и экологический подходы.

Методы предсказания поведения объекта. Процесс прогнозирования начинается с определения его цели и объекта, так как именно они определяют тип прогноза, содержание и набор методов прогнозирования, его временные и пространственные параметры. *Логические методы прогнозирования* основаны на применении определенной последовательности мыслительных операций (индукции, дедукции, экспертных оценок, аналогий, системного анализа). *Формализованные методы* основаны на использовании источников фактографической информации (прогнозной экстраполяции и интерполяции, статистический, аналитический, моделирования и др.).

Выбор методов прогнозирования в каждом конкретном случае определяется рядом условий, среди которых наиболее важны: цель и задачи прогноза, величина прогнозируемого периода, специфика прогнозируемого объекта, полнота и достоверность исходной информации. Для геоэкологического прогнозирования необходим также учет масштаба территории, на которую распространяется прогноз.

На теоретическом уровне выделяется *метод моделирования*, разнообразие возможностей которого обусловлено использованием

принципов анализа и синтеза элементов и подсистем модели. В ряду вербальные – графические – математические модели, особое место занимают графические блоковые. По характеру активности субсистем выделяют класс объектных моделей, традиционных для изучения природных геосистем, и субъект – объектных моделей природно-антропогенных геосистем, включая геотехнические и интегральные «природа – хозяйство – общество». Объектные модели выступают современной теоретической базой стационарных исследований геосистем и наиболее широко используются в ландшафтном картографировании. В субъект – объектных моделях субъект обладает ценностными критериями, способностью преобразовывать объект. Применение этого класса моделей характерно для геоэкологических оценок. Возможное многообразие состояний субъекта и связей с объектом создает ряд методических трудностей, обусловленных чрезвычайно большим объемом анализируемой информации и невозможностью передачи множества состояний подобных систем с помощью единой картографической модели.

По числу субсистем выделяют моносистемные модели, в которых элементами выступают компоненты природы или хозяйства, и полисистемные модели, где акцентируется внимание на взаимосвязях геокомплексов более низкого ранга. На выбор методики исследований существенное влияние оказывает понимание исследователем форм причинности наблюдаемых явлений – однозначной или многозначной, жестко детерминированной или вероятностной. Сфера анализа различия и сочетания проявлений форм причинности в геосистемах относится к важнейшему направлению теоретических исследований.

Исходной позицией и некоторым итогом теоретических поисков является система определений научной дисциплины, от качества которой во многом зависит успех дальнейшего развития теории. В связи с этим актуальны методы логического анализа и формализации существующих понятий.

Классы задач, решаемых в процессе комплексных физико-географических исследований. Все многообразие задач комплексных физико-географических исследований может быть сгруппировано (по В. К. Жучковой, Э. М. Раковской) в четыре класса, в зависимости от предмета изучения ПТК (табл. 3).

Первые три класса задач направлены на изучение пространственно-временной организации ПТК.

Таблица 3

Соотношение целей, задач и методов исследования

Классы решаемых задач	Аспект изучения ландшафтной структуры	Цель	Основной метод сбора фактического материала	Основной специфический метод решения задачи
Изучение свойств и пространственного размещения ПТК	Пространственный	Описание	Маршрутный	Ландшафтное картографирование
Изучение становления ПТК	Генетический	Объяснение	Ключевой	Ретроспективный анализ
Изучение функционирования ПТК	Функциональный	Предсказание	Стационарный	Метод комплексной ординации
Исследования для прикладных целей	Прикладной	Использование	Камеральный	Оценочные методы

Они раскрывают свойства и особенности ПТК как целостных образований, вопросы их происхождения, специфику функционирования и динамики, тенденции изменения в будущем. Цель этих общенаучных исследований – все более глубокое познание сущности ПТК, безотносительно каких-либо конкретных целей использования их свойств.

Четвертый класс задач – это исследования для прикладных целей. Здесь, по мнению В. К. Жучковой, изучают внешние связи ПТК с обществом в рамках сложной суперсистемы «природа – общество». Природные комплексы выступают здесь как элементы более высокого уровня организации, для изучения связей которого необходимо кроме знаний свойств самого ПТК, получаемых в результате общенаучных исследований, учитывать требования общества к этим свойствам и способность ПТК их удовлетворять. Изучение же самой проблемы прикладных исследований, их методологии и методики является общенаучной задачей.

В настоящее время этот класс задач трансформировался в новое научное направление – геоэкологию, научные интересы которой включают в себя такие крупные разделы, как геоэкологическая оценка качества окружающей среды, состояния ПТК, природно-ресурсного потенциала территории, прогноз развития геотехнических систем, эколого-геохимические и эколого-геофизические исследования и др.

Выбор методики исследований зависит от природных особенностей и социально-экономического назначения геосистем, масштабов исследования, что определяет логическую схему исследований, выбор

различных операционных единиц анализа, показателей и методов оценки. Отличительной особенностью геоэкологических исследований является широкое применение оценочных приемов.

Подытоживая рассмотренные подходы, выделим следующие направления геоэкологической оценки:

- оценка сложившихся геоэкологических ситуаций через анализ и картографирование территориальных элементов геосистем различного социально-экономического назначения;
- изучение в них направленности и интенсивности антропогенных потоков вещества и энергии;
- оценка качества среды обитания человека (качества природных сред, комфортности условий жизни, безопасности для здоровья);
- оценка ПТК через компоненты–индикаторы его геоэкологического состояния.

Последовательность в перечне основных классов задач определяется их логической и исторической связью. Задачи каждого последующего из общенаучных классов могут быть решены достаточно полно и глубоко лишь на основе использования результатов предыдущего этапа. Прикладные исследования могут «надстраиваться» над любым из этапов общенаучных исследований, в зависимости от знаний, необходимых для решения практических прикладных задач.

По критерию научной новизны методы подразделяют на традиционные, к которым относятся сравнительно-описательный, картографический; новые – ландшафтный, геохимический, геофизический; новейшие – геоэкологический, информационных технологий.

Таким образом, совокупность методов физико-географических исследований, применяемых в геоэкологии, рассмотрена по следующим критериям:

- степени их универсальности – общенаучные, междисциплинарные, специфические;
- уровню познания – эмпирические, теоретические;
- способу изучения – полевые и камеральные исследования;
- классам задач – методы изучения пространственного размещения, становления, функционирования геосистем, оценки их геоэкологического состояния;
- научной новизне – традиционные, новые, новейшие.

3. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

3.1. Ландшафтные методы исследований

Изучение структуры природных и природно-антропогенных геосистем базируется на двух взаимно дополняемых методах – комплексного физико-географического профилирования и ландшафтного картографирования, содержательная часть которых разработана в комплексных физико-географических исследованиях.

Метод комплексного физико-географического профилирования. Этот метод широко распространен в традиционных ландшафтных, ландшафтно-геохимических, ландшафтно-геофизических, ландшафтно-экологических и прикладных исследованиях. Главная цель ландшафтного профилирования – выявление взаимосвязи внутри ПТК и сопряженности комплексов друг с другом. На комплексных профилях определяется приуроченность сопряженных фаций, урочищ, местностей к формам рельефа, литологии, уровню грунтовых вод.

Наиболее типичное заложение профиля – от местного водораздела к водоприемнику. Профиль должен пересекать все характерные для исследуемой территории формы рельефа, учитывать разнообразие геологического строения, почвенного и растительного покрова.

На профиле закладывается ряд основных, картировочных и опорных точек в зависимости от задач и масштаба исследования. Описания на точках наблюдения проводятся в соответствии с методиками отраслевых географических исследований: геоморфологических, почвенных, геоботанических. При необходимости на точках проводится отбор образцов для учета геомасс и геохимического анализа компонентов. Частью комплексных физико-географических исследований могут быть и специальные исследования – геологические, микроклиматические, гидрологические, дендрохронологические, зоологические, экологические.

Все наблюдения «привязываются» к гипсометрической кривой профиля, которая может быть построена по топографической карте или получена путем инструментальной съемки.

Полученные данные заносятся в бланки (дневники) описания точек и наносятся в условных обозначениях на гипсометрическую кривую профиля. Описание сопряженных ПТК, их морфологической

структуры и характера границ производится в дневнике в дополнение к бланкам. Профиль может быть дополнен плановой полосой (трансектой) с нанесением границ ПТК.

Метод картографирования природных и природно-антропогенных геосистем. В основе метода *картографирования природных геосистем* лежит отображение особенностей ландшафтной дифференциации территории. Объектом мелкомасштабного картографирования являются ландшафтные провинции, страны; среднемасштабного – ландшафтные районы; крупномасштабного – ландшафты и их морфологическая структура.

Фации картографируются в масштабе 1: 5 000 и крупнее, урочища 1: 10 000 – 1: 50 000, ландшафты 1: 100 000 и менее.

Составление крупномасштабной карты проходит методом сплошной полевой съемки. Среднемасштабное картографирование ПТК сочетает детальные исследования на ключевых участках и маршрутные наблюдения. При мелкомасштабном картографировании ландшафтная карта составляется в камеральных условиях. В поле проверяется правильность выделения границ маршрутным методом.

Особую роль в ландшафтном картографировании играет легенда карты, являющаяся моделью классификации ландшафтов или ПТК других рангов. В основу легенды общенаучных ландшафтных карт должен быть положен структурно-генетический принцип.

Для геоэкологических исследований ключевым этапом является интегральная оценка природного и антропогенного фона через картографирование структуры ПТК, масштабности и интенсивности антропогенных воздействий. Синтез карт природных ландшафтов и карт схем источников антропогенного воздействия позволяет охарактеризовать современное состояние ПТК и составить карты *природно-антропогенных комплексов*. Их картографирование предполагает определение структуры земельных угодий в каждом из ландшафтных выделов, типизацию ПТК по преобладающим видам антропогенного воздействия.

Важное место в геоэкологическом картографировании занимает оценка ландшафтно-геохимических параметров природной среды. Особую роль здесь играет анализ ландшафтно-геохимического фона территории, выявление основных факторов его формирования.

При построении комплексных геоэкологических карт используют комплект базовых моделей: эколого-динамическую и ландшафтно-геохимическую карты, а также карту природно-антропогенных ланд-

шафтов. Основное содержание комплексной геоэкологической карты заключается в отображении природных и техногенных факторов динамики природной среды и их проявлений в районах с различной экологической обстановкой (карта геоэкологических ситуаций).

Назначение и содержание геоэкологических карт природных и природно-антропогенных геосистем определяются масштабом картографирования и объектами анализа. Составление таких карт осуществляется на региональном уровне для выработки стратегии природопользования в регионах; локальном – для выявления проблемных ареалов; детальном – для определения конфликтных участков.

Операционные единицы картографирования рассматриваются как наименьшие пространственные ячейки, по которым организована информация на карте. Г. А. Исаченко выделяет их следующие группы: 1) *природные геокомплексы* различных рангов – оптимальные пространственные единицы для анализа состояния, качества природной среды и воздействий на нее; 2) анализ территории по *водосборным бассейнам*. Достоинства такого подхода заключаются в возможности учета внешних и внутренних направлений миграции продуктов техногенеза; 3) использование точек отбора по *геометрической сетке* применяется при возможности массового сбора и аналитической обработки данных, и удобно для автоматического процесса картографирования. Точки отбора могут быть использованы как центры многоугольников геометрической сетки территории или при применении метода изолиний не иметь площадного выражения. Недостатком этого метода является зависимость от случайных значений показателей, полученных в нетипичных точках отбора; 4) выделение *сопряженных ареалов* природно-антропогенных территорий основано на синтезе границ ландшафтов, типов земель, административных единиц, ареалов загрязнения и др. Наиболее применим такой метод при картографировании экологических проблем и ситуаций. Положительным моментом является возможность отразить на таких картах оценку различных природных факторов, наиболее мощные источники антропогенного воздействия как точечные, так и площадные. К недостаткам подобных карт относится громоздкая индексация контуров; 5) в качестве операционной единицы анализа геоэкологических ситуаций также используют *административно-территориальные единицы* разного уровня. Их преимущество заключается в возможности базироваться на обширной статистической информации.

3.2. Организационная схема исследований

Методы изучения структуры природных и природно-антропогенных геосистем в геоэкологии опираются на научную базу ландшафтных исследований, законченный цикл которых включает в себя три периода работ: подготовительный, полевой и камеральный. В зависимости от масштаба работ каждый период ландшафтных исследований имеет свои выраженные особенности.

Подготовительный период. На современном этапе научных исследований подготовительный период начинается с постановки задания, из которого достаточно ясно должна быть видна основная цель исследования и его программа. В обосновании четко формулируется цель проекта, состояние разработки проблемы (актуальность), научная идея, научная и практическая значимость работы, этапы исследования, предполагаемые результаты. От грамотной постановки задания во многом зависит успешная организация и проведение собственно научных исследований.

В подготовительный период ландшафтных исследований решаются следующие задачи: 1) изучаются уже имеющиеся информационные материалы по территории исследования; 2) формируются «мысленные» модели основных связей между компонентами ландшафтов района исследований; 3) определяется научное обеспечение экспедиции, которое включает подготовку информационных материалов, необходимых приборов и оборудования, инструктаж по технике безопасности.

Сбор информации. В подготовительный период прорабатываются опубликованные литературные источники – книги, справочники, словари, статьи в научных сборниках, энциклопедические и периодические издания, краеведческая литература. Информационную базу исследования составляют также фондовые материалы – отчеты, очерки, справки. Эти материалы хранятся в различных научных и управленческих организациях.

Особую значимость на этом этапе научного исследования имеет сбор и анализ опубликованных и фондовых картографических материалов. Для анализа территории необходимо изучить и сделать выкопировки карт четвертичных отложений, геоморфологической, лесотаксационной, почвенной, топографической, землепользований. При работе с этими информационными материалами необходимо оценить

новизну и достоверность сведений, получаемых из различных источников. Встречающиеся противоречивые данные берутся на заметку для полевой проверки.

На этом этапе исключительно важным является сбор всей уже имеющейся информации об источниках антропогенного воздействия и составление их предварительного описания. Это описание может служить основой для интерпретации результатов полевых наблюдений и измерений. Отсутствие какой-либо связи между типом загрязнения и характером возможных источников может служить признаком регионального переноса, специфических свойств подземного водного горизонта или наличия неустановленных источников загрязнений.

Подготовка рабочей основы. В работе следует учитывать определенные требования к картам различного масштаба. При мелкомасштабных исследованиях можно не готовить специальной основы, а пользоваться топокартой. Для среднемасштабных работ можно использовать в качестве рабочей основы и топокарты, и специальные бланковки.

Крупный масштаб требует специальной подготовки картографической основы. Необходимо объединить нагрузку планов землепользования с топоосновой и скорректировать их по аэрофотоматериалам. Рабочая основа должна включать в себя следующую нагрузку: гидросеть, рельеф с горизонталями и указанием сечения, контуры лесов и болот с обозначением состава леса и типа болот, контуры населенных пунктов, инфраструктуру, границы землепользований, поля севооборотов, сельскохозяйственные угодья и их виды, отдельно стоящие объекты. Собранный картографический материал часто бывает различного масштаба, поэтому важно привести все необходимые карты к одному масштабу.

Богатейшим источником информации являются *материалы дистанционных съемок (МДС)*, которые состоят из аэрофотоснимков (АФС) и космоснимков (КС). КС используют при мелко- и среднемасштабных исследованиях, АФС – при крупно- и среднемасштабных. В подготовительный период особое внимание уделяется выбору определенного комплекта МДС с учетом ландшафтной информативности. Осуществляется топографическая подготовка МДС, которая заключается в уточнении их масштаба, ориентировки к истинному и магнитному меридианам. На МДС наносят фактический материал с

помощью условных знаков. Искажения на снимках удаляются путем изготовления фотопланов на жесткой основе. В настоящее время распространенным методом является сканирование и последующая компьютерная обработка АФС. Оптимальным является совместное использование АФС и топографических карт. Стереоскопическое изучение ландшафтной модели выполняют с помощью стереоприборов различных систем. Результаты дешифрирования редуцируют с МДС на топооснову рабочего масштаба с помощью рисовальных приборов. Перенос данных с нетрансформированных КС осуществляется визуально, но этот способ трудоемкий и невысокий по точности.

Дешифровочными признаками КС и АФС является форма, фототон, рисунок (тень) изображения. Различают прямые (установленный признак по снимку) и косвенные (через знание взаимосвязей в ПТК) признаки. Изучение МДС Беларуси позволило выделить 5 основных групп ландшафтных рисунков: гляциальную, аквальную, биогенную, эоловую, техногенную. Каждая группа имеет специфические типы изображения: пятнистый, полосчатый, геометрический, комбинированный.

На основе изучения топографической и отраслевых карт, материалов МДС составляется предварительная ландшафтная карта-гипотеза, которая проверяется и уточняется в полевой период.

Составление ландшафтной карты-гипотезы. Основой составления предварительной ландшафтной карты является перевод изображения рельефа поверхности земли с помощью горизонталей в другую модель – в плоскостное изображение рельефа контурами. Границы ПТК часто соответствуют перегибам рельефа, отображаемым сменой изогипс. Например, четко отличаются ПТК склонов от заболоченных понижений, участки равнин от камовых комплексов.

Сначала на топографической основе выделяют речную и эрозионную сеть. При этом следует помнить, что контур эрозионной формы всегда пересекает горизонталю, а не идет вдоль них. Затем участки междуречий разделяют по степени крутизны на контуры с примерно одинаковым сечением горизонталей. В условиях холмисто-грядового моренного рельефа, чередующегося с водно-ледниковыми поверхностями, где эрозионная сеть может быть слабо развитой, для наиболее общего разграничения территории рекомендуется использовать прием ярусного выделения по горизонталям высотных уровней для лучшего понимания ситуации.

После этих операций основными методами выступают анализ и синтез имеющихся отраслевых материалов и аэрофотоснимков для комплексной характеристики выделенных контуров. От масштаба карты зависит и ранг ПТК, выделяемого в самостоятельный контур.

Приборы и оборудование, необходимое для полевых исследований ПТК, – компас, сантиметр, лопата, почвенный нож, щуп для определения мощности торфа. Для диагностики экологического состояния абиотических компонентов ПТК привлекается дополнительное оборудование и ряд химических реактивов. Для определения химических свойств почвы используют универсальные индикаторные шкалы рН, раствор соляной кислоты. Для определения прозрачности и цвета воды необходим стеклянный градуированный цилиндр высотой 30–50 см и внутренним диаметром 2,5 см. Химический состав вод определяется в лабораторных условиях. На подготовительном этапе для отбора проб вод подготавливают полиэтиленовые бутылки (канистры) объемом 1 л воды для неполного анализа и 3 л – для полного. При консервации отобранных проб можно использовать соляную, серную кислоты. Оборудованием при изучении биоты служат рама со спицей, квадрат, энтомологический сачок.

Регистрация наблюдений проводится чаще всего в полевых дневниках и бланках. Полевой дневник представляет собой документ, в котором заносятся сведения по точкам наблюдения в выработанном для экспедиции порядке. Кроме того, дневниковая форма позволяет заносить сведения по маршруту между точками, описывать ход развития природных процессов. Основной недостаток дневниковой формы заключается в их неэффективности при обработке большого количества данных. В полевом дневнике на титульном листе указывается название организации, экспедиция, номер полевого дневника, Ф. И. О. исследователя, дата начала и номер первой точки, а после окончания работ – дата и номер последней точки. Все записи ведутся простым карандашом или шариковой ручкой. В дневнике ничего нельзя исправлять, стирать. Ошибочную запись нужно зачеркнуть и рядом написать новый вариант. Все наблюдения записывают сразу же – на точке, на маршруте.

При работе в среднем и крупном масштабе, где наблюдения на точках носят массовый характер, используют бланки наблюдения. Форма бланков вырабатывается в подготовительный период или за-

имствуется из имеющихся образцов. Важное преимущество бланка – формализованность, сведение количественной информации в табличную форму, оставление пустых колонок и строк для камеральных расчетов, удобство сортировки. Для массовых наблюдений могут использоваться перфокарты. Примером применения новых технологий для регистрации наблюдений является компьютерная обработка экспедиционных данных. Основой пакета является электронная таблица, ряд файлов содержат копию бланка полевого описания, текстовые описания компонентов ПТК, сведения о рассчитываемых параметрах и таблицы для автоматической обработки данных. Пакет должен располагать широким набором математических функций, аналогичных программе Excel.

Подготовительный этап завершается составлением краткой справки о степени изученности территории с характеристикой природных компонентов и источников антропогенных воздействий; составлением предварительной карты природных геосистем. В дальнейшем контуры на этой карте почти не меняются, но происходит уточнение и наполнение их конкретным содержанием.

Полевой период. В задачи этого периода входит: 1) сбор фактического материала в результате непосредственных наблюдений на местности; 2) отработка методики полевого картографирования; 3) составление карты природных геосистем.

Основой этого периода являются полевые наблюдения. Детальные описания проводят на ключевых участках, картографируемых в крупном масштабе и с большой подробностью. Маршрутные наблюдения ведутся между точками комплексных описаний, при этом в дневнике отмечают изменения в размере и конфигурации ПТК, характере перехода к другим геокомплексам. Участки детальных и маршрутных описаний заключены в пределах полигона, размер которого определяется заказчиком или самими исследователями, исходя из поставленных задач.

Рекогносцировка. Рекогносцировка, или общее ознакомление с территорией, решает следующие задачи: 1) предварительное ознакомление с территорией, подлежащей исследованию; 2) выявление степени соответствия собранных информационных материалов действительности; 3) выработка единой методики наблюдений и фиксации материалов.

При мелкомасштабном исследовании практически обходятся без рекогносцировки, так как сами исследования почти всегда носят характер маршрутных наблюдений. При средне- и крупномасштабных исследованиях рекогносцировка проводится аэровизуальным методом, на машине или пешей полевой экскурсией. При среднемасштабном исследовании роль маршрутных наблюдений возрастает. Здесь обычно сочетаются площадное изучение ключевых участков с маршрутными наблюдениями и при рекогносцировке выбираются ключевые участки дальнейшего исследования. При крупномасштабных исследованиях необходимость выбора ключевых участков отпадает, так как съемка ведется методом сплошного картографирования. Рекогносцировочными работами в этом масштабе исследований должны быть охвачены почти все ПТК того ранга, картографирование которых проводится позднее. Результатом рекогносцировки должны быть откорректированные маршруты, выбранные линии опорных профилей, унифицированная методика наблюдений на точках, фиксации материалов и сбора образцов.

Картографирование ПТК. После завершения рекогносцировки начинается этап картографирования ПТК. Основной полевой фактический материал при любом масштабе работ дают *точки комплексных физико-географических описаний*: основные, картировочные, опорные, специализированные. Каждая точка характеризует фацию и закладывается в типичном для ПТК месте. Наблюдения на точках ведутся в соответствии с методиками отраслевых исследований.

Основные точки комплексного описания наиболее часто используют при ландшафтном картографировании. Они выбираются в типичных местоположениях, с тем, чтобы полученные на точке сведения, могли бы быть распространены на значительную территорию, или на небольшие по площади, но часто повторяющиеся ПТК. На основных точках описывается рельеф, закладываются и описываются почвенный разрез и геоботаническая площадка, фиксируется характер увлажнения. Итогом наблюдений на основной точке является заключение о генезисе ПТК и составление названия ПТК. На карте-гипотезе уточняют границы контура.

Картировочные точки предназначены для наблюдения и фиксирования материала по специальной сжатой программе и служат для экстраполяции данных, полученных на основных точках. Для опреде-

ления почвы делается прикопка, фитоценоз описывается по доминирующим видам без заложения геоботанической площадки.

Опорные точки отличаются особой подробностью наблюдений. Эти точки (их нередко называют «ключами») используют для геофизических и геохимических характеристик ПТК. Здесь берут образцы на сопряженный анализ содержания химических элементов в почвообразующих породах, почвах, растениях, воде, ведется количественный учет геомасс, дается качественная и количественная характеристика геогоризонтов.

Специализированные точки – это точки наблюдения над одним из компонентов – геологическим строением, грунтовыми или поверхностными водами, формами поверхности, почвами, биотой.

Комплексное физико-географическое описание. Сведения на точках фиксируются в следующем порядке:

Географическая привязка точки наблюдения. Точке присваивается порядковый номер, дается зарисовка положения точки к двум ближайшим ориентирам, с указанием направления и расстояния.

Геологические и геоморфологические наблюдения. Общие сведения о геологическом строении территории собирают в подготовительный период. Полевые геологические наблюдения носят вспомогательный характер, описание ведется по зачищенным естественным обнажениям четвертичных пород. Выделяются и индексируются пласты, их мощность, характер залегания, цвет, включения. Мезоформы рельефа характеризуют в морфометрическом, морфологическом и генетическом аспектах. Определяется генетический тип рельефа. Для холмистого рельефа описывают размеры холмов, их форму, протяженность, абсолютную и относительную высоты, средний уклон в градусах, экспозицию, общий характер склонов, особенности расположения. Для равнин – общий характер рельефа, относительные превышения, наличие включений. Речные долины характеризуются описанием формы долины, ее ширины, глубины, ширины террас, ширины поймы и ее строения, наличия стариц, прирусловых валов, дюн, ширины русла. Наблюдения включают также фиксацию современных природно-антропогенных геоморфологических процессов: накопление делювия, аллювия, торфообразования, наличие водной и ветровой эрозии; отмечаются процессы антропогенного заболачивания, подтопления. В

заключении дается описание характера антропогенной трансформации рельефа.

Почвенные наблюдения. Для описания почв закладываются почвенные разрезы: шурфы и прикопки. Почвенный шурф закладывается глубиной 1,5–2,0 м, длиной – 1,5–2,0 м, шириной – 0,7–0,8 м, глубина заложения почвенной прикопки составляет несколько десятков сантиметров. После заложения почвенного разреза делается его зарисовка, определяются генетические горизонты почвы, записываются их индексы. В выделенных горизонтах определяются механический состав (пробой на скатывание), окраска, влажность, структура, плотность, четкость и форма границы, признаки заболачивания, глубина вскипания, включения, новообразования. Название почвы включает определение типа и подтипа, разновидность механического состава по верхнему горизонту, состав подстилающей породы.

Геоботанические наблюдения. Для описания растительности закладывается ботаническая (пробная) площадка. Для лесной растительности принятый размер площадки составляет 400 м² (20 x 20 м), луговой растительности – 100 м² (10 x 10 м), болотной – 1 м² (1 x 1 м). Главным условием размещения пробной площадки является ее нахождение в пределах одной ассоциации. Далее описывают признаки строения растительных сообществ, основное внимание среди которых уделяется видовому составу, ярусности (вертикальному расчленению) и мозаичности (горизонтальной неоднородности). Список видов растений, которые встречаются на пробной площадке, составляют по ярусам в древесных фитоценозах и по мере встречаемости – в травянистых и болотных. Каждое растение записывается двойным названием (род и вид). При необходимости для определения растений собирается гербарий. Затем для каждого из указанных видов отмечается его ярусное положение, высота (в см), проективное покрытие (по проценту площади, занимаемой проекцией наземных частей растений), обилие по шкале Друде (с использованием учета средних расстояний между экземплярам вида), фенофаза (стадия вегетации) и жизненность (степень развитости или подавленности вида). Фиксируют повреждения естественного растительного покрова, усыхание, повреждение листьев и хвои. При описании культурных посевов указывается их название, фенофаза, жизненность, перечень сорняков и степень засоренности.

Геоботанические наблюдения завершаются названием описанной растительной ассоциации по доминантам двух или трех ярусов. Растения различных ярусов даются в названии в порядке от верхнего к нижнему ярусу и соединяются знаком тире.

Геоэкологическая направленность наблюдений заключается в углубленном изучении характера и последствий антропогенного воздействия. Уточняются границы антропогенных объектов: сельскохозяйственных угодий, дорог, линий ЛЭП, ферм, мелиоративных каналов, указываются свалки мусора, кострища. Изучаются современные неблагоприятные природно-антропогенные процессы в ПТК: наличие водной и ветровой эрозии (на карте оконтуриваются площади эродированных земель, определяется степень смытости почв), заболачивания и подтопления, вытаптывания растительного покрова. Дается характеристика загрязнения природных сред органолептическим методом: для поверхностных вод оценивается прозрачность, цветность, запах; для почв – наличие маслянистых пятен, запаха; для растительности – усыхание, повреждение листьев и хвои, появление сорных видов, угнетенное состояние сельскохозяйственных посевов.

Итогом проведенных наблюдений должно стать заключение о генезисе ПТК, полное название в соответствии с его рангом, и оценка геоэкологического состояния.

Прочие наблюдения. В геоэкологических исследованиях получил широкое распространение и ряд других видов наблюдений.

Микроклиматические наблюдения проводятся на нескольких точках или по профилю. Основной принцип таких наблюдений – одновременность определения метеорологических элементов. Программа наблюдений включает измерение температуры воздуха, почв на глубине 5 и 20 см, абсолютной и относительной влажности воздуха, давления, скорости и направления ветра, облачности, количества и интенсивности осадков. Результаты наблюдений могут быть использованы для определения метеорологических условий рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере. Отдельной группой выступают биоклиматические индикаторы качества среды жизнедеятельности человека – индексы патогенности температуры, влажности воздуха, патогенности ветра и облачности.

Гидрологическими характеристиками озер и водохранилищ являются площадь зеркала, объем, средняя и максимальная глубина, колебания уровня, температура и стратификация водной массы, продолжительность ледостава, водообмен, цветность и прозрачность воды;

рек – ширина русла, глубины и скорости течения, расход воды, тип питания, колебания уровня по сезонам, ледовый режим, опасные гидрологические явления. Программа полевых гидрологических наблюдений включает разбивку промерных профилей с промерами глубин, скорости течения, определением характера донных отложений, оборудование водомерного поста с наблюдением за уровнем воды.

Гидрохимические наблюдения направлены на изучение закономерностей гидрохимического режима водоема и влияние различных видов антропогенных воздействий (сброса сточных вод, мелиорации водосбора, построения гидротехнических сооружений) на естественный гидрохимический режим. В рамках этих задач проводятся сезонные наблюдения за физическими и химическими свойствами воды. К общим показателям относятся температура, прозрачность, запах, цвет, содержание взвешенных веществ, pH. В отобранных пробах определяется состав минеральных веществ (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-), содержание органического вещества (БПК₅, ХПК), биогенного вещества (фосфора общего, фосфора минерального, нитритных, нитратных и аммонийных форм азота), растворенных газов (кислорода, углекислого газа).

Гидробиологические наблюдения включают изучение развития фитопланктона, макрофитов, перифитона, зоопланктона, зообентоса и др.; контроль за изменением биологического разнообразия и оценку трофического статуса водоема. Для решения этих задач важно определить не только численность, биомассу и продуктивность сообщества водоема, но и изменение видового состава. Например, для зоопланктона информационными показателями загрязнения является изменение видового состава в сторону мелких видов (коловратки), исчезновение фильтрующих ракообразных, увеличение в планктоне хищных форм. В целом гидроэкологические наблюдения включают в себя синхронное выполнение гидрологических, гидрохимических, гидробиологических наблюдений на озерах, реках, водохранилищах.

Дендрохронологические наблюдения проводятся для изучения временных изменений прироста древесины. Пробные площадки могут закладываться в доминирующих фациях различных ландшафтов или по линии профиля в древостоях, однородных по составу, возрасту и полноте. На модельных деревьях анализ годичных колец проводится по спилам, на учетных – по кернам, взятым специальным буром на высоте 1,3 м от земли с живых деревьев. В камеральных условиях из-

меряют ширину годовичных колец и анализируют ее пространственно-временную изменчивость.

Лихеноиндикационные. Этот вид наблюдений применяется для картографирования загрязнения атмосферного воздуха, на основе анализа структуры эпифитного покрова лишайников с учетом чувствительности видов. Для каждого дерева выборки описываются следующие индикационные показатели: общее проективное покрытие лишайниками ствола с дифференциацией по видам, покрытие индикаторных видов, число видов. Пробные площадки закладываются с учетом особенностей ПТК и местоположения источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Составление полевой карты ПТК завершает период крупномасштабных полевых исследований. На карте-гипотезе, составленной во время предварительного периода, уточняются и корректируются границы. По степени выраженности границы могут быть резкие, совпадающие обычно с геолого-геоморфологическими рубежами. Допустимая погрешность нанесения на карту таких границ составляет 2 мм. Ясные границы наносятся на карту с точностью до 4 мм, так как они менее четко выражены. Допустимая погрешность неясных границ составляет 10 мм на карте. В этом случае может применяться метод сближения точек.

Составленная в полевых условиях карта ПТК практически не корректируется, в чем и заключается ее значимость. Карта выполняется в соответствии с заранее разработанными условными знаками (штриховыми и цветовыми), индексами. К карте прилагается скорректированная легенда.

Камеральный период. Камеральный период включает в себя обработку, обобщение, систематизацию материалов полевых исследований, проведение лабораторных анализов (при взятии проб), оформление карты ПТК и составление карты природно-антропогенных комплексов (ПАК), написание отчета.

При крупномасштабных исследованиях оформляется карта, уже составленная в подготовительный и полевой периоды, уточняется и упорядочивается ее легенда. При средне- и мелкомасштабных исследованиях ландшафтная карта составляется в камеральный период на основе обработанных данных полевых дневников, бланков. Особое значение на этом этапе уделяют вопросам классификации геокомплексов и составлению легенды. Классификации должны отвечать

общенаучным требованиям их построения, с соблюдением последовательности перехода от общих понятий к частным, выдержкой классификационного признака каждого основания деления, различия каждой ступени классификации. Общая линия классификации природно-антропогенных комплексов наметилась как логическое умножение «природной» и «функционально-производственной» классификаций. Легенда может быть представлена в форме текстовой, табличной, матричной моделей. Исследование может завершаться картографо-математическим анализом, раскрывающим закономерности пространственной организации геосистем через меры ландшафтной неоднородности, контрастности.

Оценка геоэкологического состояния ПТК. При крупномасштабных исследованиях оценка геоэкологического состояния ПТК базируется на результатах полевого обследования территории. Средне- и мелкомасштабные исследования ориентированы на камеральный анализ информационных материалов.

При оценке учитывается распространение в границах ПТК неблагоприятных природно-антропогенных процессов, форм техногенного рельефа, сохранность естественного растительного покрова. Эти показатели рассматриваются как индикаторы благоприятности или неблагоприятности геоэкологического состояния ПТК. Существенным моментом оценки является выявление лимитирующих факторов, исключаящих использование геосистемы в определенных направлениях хозяйственной деятельности.

При составлении итоговой карты разрабатывается легенда, в которой цветовая шкала отражает геоэкологическое состояние ПТК, штриховая – обозначает ареалы развития неблагоприятных геоэкологических процессов, условными знаками показываются наиболее экологически опасные объекты.

При картографировании природно-антропогенных комплексов в легенде отражают все классификационные ступени: цветовая шкала, построенная по методу «светофора» показывает класс ПАК, штриховая – тип ПАК, индексами или штриховкой дается краткое название ПТК соответствующего ранга.

Отчет о НИР. Последний этап камерального периода включает написание и защиту научного отчета. Отчет состоит из следующих разделов: титульный лист, список исполнителей, аннотация, оглавление

ние, перечень условных обозначений, введение, основные главы, заключение, список использованных источников, приложения.

В реферате указывается название работы, ключевые слова, краткое содержание работы, объем текста, количество использованных литературных источников, таблиц, рисунков, приложений.

Введение раскрывает актуальность темы, цель, задачи, сроки работ, вклад каждого исследователя.

Глава 1. Состояние изученности проблемы и методика исследований. В первом разделе рассматриваются основные понятия, дается краткий аналитический обзор работ по данной теме. Раздел методики включает описание объекта исследования (ранг, размеры, площадь, местоположение, масштаб исследований) и применяемых методов. Приводится логическая схема организации исследования с указанием периодов работ и этапов. Для каждого периода дается перечень выполненных работ. Приводятся критерии, параметры и приемы оценки.

Глава 2. Характеристика природно-территориальных комплексов. Глава включает описание закономерностей и географию размещения вертикальной (геологическое строение, рельеф, почвенно-растительный покров) и горизонтальной (ландшафты, местности, урочища, фации) структуры ПТК.

Глава 3. Оценка геоэкологического состояния природно-территориальных комплексов. Дается описание объектов антропогенного воздействия, география размещения ПАК, влияние хозяйственной деятельности на природные компоненты ПТК. Приводится характеристика сложившихся геоэкологических ситуаций и даются рекомендации по проведению мероприятий направленных на улучшение геоэкологического состояния ПАК.

Заключение содержит краткие и четко сформулированные выводы по каждой главе.

Список использованных источников приводится по мере упоминания или в алфавитном порядке.

Приложения. В них вносят собранный фактический материал, сведенный в таблицы, а также графики, фотографии, карты, не вошедшие в основной текст.

Приведенная структура отчета НИР должна рассматриваться как общая схема, которая может быть изменена в зависимости от задач конкретного научного исследования.

4. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

4.1. Ландшафтно-геохимические методы исследований

Одним из важнейших методов изучения функционирования геосистем является метод сопряженного геохимического анализа (СГА).

Сопряженный анализ – это специфический метод исследования в геохимии ландшафта, заключающийся в одновременном изучении химического состава всех компонентов ландшафта (горных пород, коры выветривания, поверхностных и подземных вод, почв, растительности) и геохимической связи между ландшафтами.

Метод СГА представляет собой способ познания объекта через нахождение эмпирических зависимостей дифференциации химических элементов в ландшафте и является основой теоретических положений геохимии ландшафтов.

В целом развитие метода связано с изучением дифференциации химических элементов, раскрытием механизма этой дифференциации на уровне геохимических процессов и эколого-геохимической оценкой качества окружающей среды.

Основные понятия. Основным в геохимии ландшафтов выступает понятие элементарного ландшафта (ЭЛ) или элементарной геохимической системы (ЭЛГС). Сменяющие друг друга ЭЛГС от местного водораздела к местной депрессии представляют собой геохимически сопряженный ряд – геохимическую катену или каскадную ландшафтно-геохимическую систему (КЛГС). Термин местный геохимический ландшафт употребляется для обозначения территории, на которой наблюдается повторение определенных ландшафтных катен.

Сопряженный анализ выявляет характерные для элементарных ландшафтов химические элементы и позволяет проследить их миграцию внутри комплекса (радиальная миграция), и от одного комплекса к другому (латеральная миграция).

Важнейшим фактором дифференциации веществ в ландшафтах являются геохимические барьеры, представления о которых являются одним из основополагающих принципов изучения миграции и концентрации химических элементов в ландшафтах.

Геохимические барьеры – это такие участки ландшафта, где на малом расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация.

Геохимические барьеры широко распространены в ландшафтах, на них нередко образуются аномально высокие концентрации элементов. А. И. Перельман выделяет два основных типа барьеров – природные и техногенные. Каждый тип подразделяется на три класса ландшафтно-геохимических барьеров: 1) биогеохимические; 2) механические; 3) физико-химические. Последние возникают в местах изменения температуры, давления, окислительно-восстановительных, щелочно-кислотных и других условий. Морфологически геохимические барьеры делятся на радиальные и латеральные.

Радиальная геохимическая структура. Радиальная геохимическая структура отражает миграцию элементов внутри элементарного геохимического ландшафта, и характеризуется рядом ландшафтно-геохимических коэффициентов.

Коэффициент радиальной дифференциации показывает отношение содержания химического элемента в генетическом горизонте почвы к его содержанию в почвообразующей породе.

Коэффициент биологического поглощения показывает, во сколько раз содержания элемента в золе растения больше, чем в литосфере или горной породе, почве.

Коэффициент водной миграции отражает отношение содержания элемента в минеральном остатке воды к его содержанию в водовмещающих породах.

Графической моделью выражения рассмотренных зависимостей являются геохимические диаграммы. Критерием контрастности радиальной дифференциации могут служить значения варьирования распределения элемента в почвенных горизонтах относительно почвообразующей породы.

Латеральная геохимическая структура. Латеральная геохимическая структура характеризует отношения между компонентами элементарных ландшафтов в ландшафтной катене.

По условиям миграции Б. Б. Полюнов выделял автономные и подчиненные элементарные ландшафты. К автономным, называемым *элювиальными*, относятся поверхности водораздельных пространств с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. Вещество и энергия поступают в такие ландшафты из атмосферы. В понижениях рельефа образуются подчиненные (гетерономные) ландшафты, которые подразделяются на *супераквальные* (надводные) и *субаквальные* (подводные). М. А. Глазовской выделен ряд промежуточных групп элемен-

тарных ландшафтов: в верхних частях склонов – *трансэлювиальные*, в нижних частях склонов и сухих ложбинах – *элювиально-аккумулятивные* (трансаккумулятивные), в пределах местных депрессий с глубоким уровнем грунтовых вод – *аккумулятивно-элювиальные* элементарные ландшафты.

Коэффициент местной миграции показывает отношение содержания элемента в почвах подчиненных ландшафтов к автономным.

Типизация катен проводится на основе полученных аналитических данных по содержанию элементов в почвах и почвообразующих породах. Литологически монолитные катены являются наиболее удобными в методическом отношении объектами для изучения латеральной миграции элементов.

Техногенная миграция элементов в ландшафтах. Главным следствием антропогенного воздействия на природную среду является образование аномальных концентраций химических элементов и их соединений в результате загрязнения различных компонентов ландшафта. Выявление техногенных аномалий в различных средах является одной из важнейших задач эколого-геохимических оценок состояния среды. Для оценки загрязнения природной среды используется опробование снежного покрова, почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений, растительности.

Одним из критериев аномальности эколого-геохимического состояния служит *коэффициент техногенной концентрации* (K_c), представляющий собой отношение содержания элемента в рассматриваемом техногенно загрязненном объекте к его фоновому содержанию в компонентах природной среды.

Техногенные аномалии имеют полиэлементный состав и оказывают комплексное интегральное воздействие на живые организмы. Поэтому в практике эколого-геохимических работ часто используются так называемые суммарные показатели загрязнения, характеризующие степень загрязнения целой ассоциации элементов относительно фона.

Качество природных сред может быть определено с помощью системы эколого-геохимических показателей: индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), индекса загрязнения воды (ИЗВ), суммарного показателя загрязнения почв (Z_c), коэффициента техногенной концентрации (K_c) и др. Каждый из индексов имеет собственную методику расчета. Общий методический подход состоит в том, что при расчете

учитываются классы опасности загрязняющих веществ, стандарты качества (ПДК) и средние уровни фонового загрязнения.

Схема эколого-геохимического исследования включает три этапа: 1) ландшафтно-геохимический анализ территории; 2) эколого-геохимическую оценку состояния природной или природно-антропогенной среды; 3) ландшафтно-геохимический прогноз.

Эколого-геохимическое исследование состоит из периода подготовки к полевым работам, собственно полевого периода, важнейшую часть которого составляет сбор образцов на точках наблюдения, и камерального, включающего аналитическую, графико-математическую и картографическую обработку полевых материалов, их объяснение и написание отчета.

Этап ландшафтно-геохимического анализа территории. На стадии подготовки к полевым работам составляется программа, выбираются методы исследований и оптимальный режим выполнения, анализируются общегеографические и отраслевые аналитические и картографические материалы.

Методика проведения полевых ландшафтно-геохимических исследований зависит от целей, задач и масштабов работы. Однако независимо от этих вопросов в основе геохимического изучения ландшафтов лежит выделение и типология элементарных ландшафтов. Итогом исследований является представление о радиальной геохимической структуре вертикального профиля элементарного ландшафта и анализ катенарной геохимической дифференциации каскадных систем.

Этап эколого-геохимической оценки современного геохимического состояния территории включает геохимическую индикацию состояния окружающей среды. Здесь существуют два подхода. Один из них связан с выявлением и инвентаризацией антропогенных источников загрязнения: структуры, состава и количества загрязнителей. Эти данные получают путем анализа выбросов, стоков, твердых отходов (эмиссии). Другой подход заключается в оценке степени и характера реального распределения (имиссии) загрязняющих веществ в природных средах.

Анализ геохимической трансформированности природных ландшафтов под влиянием техногенеза, заключается в изучении перестройки радиальной и латеральной структур ландшафта, направленности и скорости геохимических процессов и связанных с ними гео-

химических барьеров. Результатом этих исследований обычно является оценка совместимости или несовместимости природных и техногенных геохимических потоков, степени изменчивости и устойчивости природных систем к техногенезу.

Этап ландшафтно-геохимического прогноза. Задача этого этапа заключается в предсказании развития изменения природной среды на основе изучения прошлых и современных природных и природно-антропогенных состояний. Подобные исследования базируются на представлениях об устойчивости природных систем к техногенным нагрузкам и анализе их ответных реакций на эти воздействия. Такой подход отражен в представлениях М. А. Глазовской о *технобиогеомах* – территориальных системах со сходной ответной реакцией на однотипные антропогенные воздействия.

4.2. Ландшафтно-геофизические методы исследований

Особое место в геоэкологии занимает *метод балансов*, представляющий собой совокупность приемов, позволяющих исследовать и прогнозировать развитие геосистем путем сопоставления прихода и расхода вещества и энергии. Основой метода служит баланс (балансовая матрица, модель), в котором содержится количественная оценка движения вещества и энергии в пределах системы или при ее взаимодействии с окружающей средой. Метод балансов позволяет проследить динамику суточных и годовых циклов, анализировать распределение потоков вещества и энергии по разным каналам.

Основанные на методе балансов научные исследования включают следующие этапы: 1) составление предварительного списка приходных и расходных статей; 2) количественное измерение параметров по статьям прихода и расхода; 3) составление карт и профилей распределения параметров; 4) учет соотношения приходных и расходных частей и выявление тенденций изменения системы.

Метод балансов в исследованиях природных геосистем. В физико-географических исследованиях широко используются уравнения радиационного, теплового, водного балансов, баланса биомассы и др.

Радиационный баланс представляет собой сумму прихода и расхода потоков радиации поглощаемой и излучаемой атмосферой и земной поверхностью.

Тепловой баланс рассматривается как сумма потоков тепла, входящих на земную поверхность и уходящих от нее.

Водный баланс определяет разность между привносом и выносом влаги в геосистеме, с учетом переноса влаги по воздуху в виде паров и облаков, с поверхностным стоком, с грунтовым стоком, в зимнее время – со снегопереносом.

Баланс биомассы определяет динамику биомассы и ее долю в структуре геомасс ПТК. Например, балансовое уравнение древесной части леса имеет две статьи прихода: долговременный прирост – древесина и сезонный – листья; и три статьи расхода: опад и поедание, потери на дыхание и опад листьев. Биомасса определяется в сыром весе, в весе абсолютно сухого вещества или зольности. Для определения энергии биомассу пересчитывают на калории, выделяющиеся при сжигании каждого отдельного организма.

Количественные соотношения между продуктивностью растительности и ресурсами тепла и влаги определяются с использованием показателей радиационного баланса за год, атмосферных осадков за год и радиационного индекса сухости.

Энергетический баланс в изучении геосистем является одним из немногих подходов, дающих возможность проводить анализ состояния и функционирования природных и природно-антропогенных систем в единых единицах измерения. Теоретической основой энергетического баланса является концепция открытых термодинамических неуравновешенных систем. Энергия поступает в природную геосистему главным образом от солнечного излучения, а в природно-антропогенную систему из двух источников – солнечного излучения, которое превращается в химическую энергию тканей растений; и от искусственной энергии в виде топлива, товаров и услуг, определяемой накопленной энергоемкостью. В пределах рассматриваемой системы только незначительная часть энергии (менее 1 %) используется для удовлетворения потребностей людей, остальная часть подвергается разнообразным преобразованиям, которые сопровождаются потерей тепла. Конечный этап этих преобразований – определенное количество энергии, накопленное в первичной продукции растений и в определенных товарах. Универсальность энергетических характеристик обеспечивает их применение к сложным природным и природно-антропогенным геосистемам, что превращает использование метода энергетического баланса в эффективное средство исследования проблем окружающей среды.

Ландшафтно-геофизические исследования направлены на выделение вертикальной структуры и функционирования геокомплекса. В качестве основного объекта рассматривают *стексы* – суточные состояния структуры и функционирования ПТК.

Изучение геокомплексов проводится главным образом при стационарных наблюдениях, где изучают трансформацию солнечной энергии, влагооборот, биогеоцикл, *вертикальную структуру ПТК*. Многолетняя апробация методики позволила проводить ландшафтно-геофизические исследования не только стационарным, но и экспедиционным маршрутным методом, с опорой на базу стационарных наблюдений в регионе исследований.

Первоначально в ПТК выделяют геомассы, по их соотношению – геогоризонты. Геомассы и геогоризонты являются системообразующими элементами вертикальной структуры геокомплекса, а ведущим процессом рассматривается изменение вертикальной структуры.

Геомассы выделяют по однородности агрегатного состояния, близким значениям удельной массы и специфическому функциональному назначению. Например, в почве имеются педомасса различного мехсостава, литомасса (включения), гидромасса (почвенная влага), фитомасса корней, мортмасса (подстилка, торф), зоомасса (почвенная мезофауна).

Геогоризонты – сравнительно однородные слои в вертикальном профиле геокомплексов. Каждый геогоризонт характеризуется специфичным набором и соотношением геомасс. Геогоризонты легко выделяются визуально, их набор изменяется в течение года в отличие от ярусной структуры растительности или генетических горизонтов почв.

Индексация геогоризонтов построена на следующих правилах: в индексе горизонта классы геомасс указываются в порядке их убывания (по массе); после класса геомасс через запятую указывают все виды; после индекса указывается его граница относительно поверхности почвы (в метрах). Прирост или убыль геомасс показывается стрелками вверх или вниз, а индексы фотосинтезирующих фитомасс, находящихся в пассивном состоянии зимой, даются в скобках.

Стационарные наблюдения позволили обосновать индикацию *стексов* по вертикальной структуре геокомплексов. Суточное состояние выделяется по сочетанию следующих трех групп признаков: термического режима, увлажнения и изменения вертикальной структуры.

5. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основные понятия. Геоэкологическая оценка и нормирование качества окружающей среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. Под воздействием понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические, биологические изменения в природную среду. Количественные и качественные характеристики таких воздействий рассматриваются как антропогенная нагрузка.

Оценка качества окружающей среды отражает состояние ее природной составляющей, включая естественные природные процессы и явления и антропогенно обусловленные нарушения природной среды, а также социально-экономические условия жизнедеятельности населения с учетом уровня жизни, экономического климата, социально-экологической обстановки, в том числе демографической и медико-географической. Особое внимание уделяется определению физической величины воздействия на компоненты окружающей среды и оценке значимости такого воздействия. Наиболее простым и часто применяемым методом оценки значимости является сравнение величины воздействия с существующими нормативами качества окружающей среды.

Выбор показателей оценки может быть дифференцирован в зависимости от социально-экономического назначения геосистем. Для природоохранных объектов нагрузка должна сводиться к минимуму и не превышать фоновых значений. Лесохозяйственные геосистемы оцениваются с точки зрения возможности сохранения биоразнообразия территорий, восстановления используемого ресурсного потенциала. Сельскохозяйственные – по показателям территориального распространения угодий, интенсивности физических и химических воздействий, оценки состояния отдельных компонентов (загрязненности почв, вод, переуплотнения почв, развития эрозионных процессов), энергетическому балансу геосистем. Антропогенные нагрузки для населенных пунктов, как правило, оцениваются через показатели каче-

ства среды обитания человека – качества воздушного и водного бассейнов (выраженные в санитарно-гигиенических нормах).

Социально-экологические характеристики состояния населения включают степень детериорированности (нарушенности) окружающей среды, медико-географическую обстановку и уровень комфортности. Оценка детериорированности объединяет традиционные комплексные оценки загрязнения природных сред и площади нарушенных экосистем. В числе медико-демографических показателей учитывается детская и общая смертность, рождаемость, средняя ожидаемая продолжительность жизни, показатель миграции. Уровень комфортности связан с анализом климатических параметров и природных предпосылок болезней. Ключевым этапом геоэкологической оценки качества окружающей среды является интегральная оценка природного, антропогенного и социально-экологического фона через картографирование источников антропогенных воздействий, структуры ПТК и отдельных компонентов, медико-географической и социально-экологической обстановки.

В связи с расширением региональных исследований и развитием геоинформационных технологий усиливается внимание к использованию количественных методов и математического моделирования как средства аналитической обработки больших массивов экологической информации, оценивания и территориальной дифференциации.

Нормирование качества окружающей среды подразумевает наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы природной среды и отклики экосистем. Первоначально были разработаны нормативы *санитарно-гигиенического* нормирования, касающегося условий среды обитания человека. *Экологическое нормирование* учитывает допустимую нагрузку на экосистему, при которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений.

Нормативы качества выражаются в *предельно допустимых концентрациях (ПДК)* вредных веществ, которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека или состояние экосистемы. Нормативы устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов.

Санитарно-гигиенические и экологические нормативы не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность. Эти требования отражают *научно-технические нормативы предельно выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС) вредных веществ*, а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды. При условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

Оценка качества воздуха. Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз}) – концентрация, которая при ежедневной работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

ПДК максимально разовая (ПДК_{мр}) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека. Понятие ПДК_{мр} используется при установлении предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ.

ПДК среднесуточная (ПДК_{сс}) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом вдыхании. Величина ПДК_{сс} выступает в качестве «эталоны» для оценки благополучия воздушной среды в жилой зоне.

Среди комплексных показателей загрязнения атмосферы наиболее распространенным является индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Его рассчитывают как сумму нормированных по ПДК_{сс} средних содержаний различных веществ:

$$\text{ИЗА} = \sum C_n / \text{ПДК}_n, \quad (1)$$

где C_n – концентрация загрязняющего вещества в воздухе; ПДК_n – его предельно допустимая концентрация.

В городах для сопоставления данных о загрязненности несколькими веществами атмосферного воздуха комплексные ИЗА должны

быть рассчитаны для одинакового количества примесей. При составлении ежегодного списка загрязнения атмосферы городов ИЗА рассчитывают для первых по концентрации пяти веществ. При исследовании атмосферного загрязнения важно изучать не только уровни загрязнения по городу в целом, но и проводить подфакельные наблюдения за основными стационарными источниками выбросов. При выборе точек наблюдения следует учитывать, что некоторые низкие источники (автотранспорт, трубы жилых домов) могут повлиять на локальный уровень загрязнения более существенно, чем высоко расположенные источники. Система наблюдения должна фиксировать флуктуации загрязнения не только в пространстве, но и во времени. В последние годы также получили развитие наблюдения за атмосферными осадками и снежным покровом.

Нормирование качества воды. В соответствии с санитарными нормами питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

По санитарному признаку устанавливаются микробиологические и паразитологические показатели воды (число микроорганизмов и число бактерий группы кишечных палочек в единице объема). *Токсикологические показатели* воды, характеризующие безвредность ее химического состава, определяются содержанием химических веществ. *Органолептические* свойства включают температуру, прозрачность, цвет, запах, вкус, жесткость.

ПДК в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_б) – концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни.

ПДК в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

Также оценка качества воды и сравнение современного состояния водного объекта с установленными в прошлые годы характеристиками проводятся на основании индекса загрязнения воды (ИЗВ) по гидрохимическим показателям. Этот индекс рассчитывается нормированием по ПДК шести показателей качества воды: растворенного кислорода, биологического потребления кислорода, содержания фенолов, аммиачного и нитратного азота, нефтепродуктов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum C_n / \text{ПДК}_n, \quad (2)$$

где C_n – концентрация вещества в воде, ПДК_n – его предельно допустимая концентрация.

В гидрохимической практике используется и метод интегральной оценки качества воды, по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения.

Для водных объектов удобно устанавливать так называемые маркерные характеристики, позволяющие составить представление об общем характере загрязнения, не осуществляя полной программы измерений. Например, избыточное содержание ионов аммония служит маркерным показателем бытового и сельскохозяйственного загрязнения. Важной характеристикой геоэкологического состояния аквальных комплексов являются также донные отложения. Аккумулируя тяжелые металлы, радионуклиды и высокотоксичные органические вещества, донные отложения, с одной стороны, способствуют самоочищению водных сред, а с другой – представляют собой постоянный источник вторичного загрязнения водоемов.

При изучении загрязнения точечными источниками отбор проб проводят ниже и выше по течению места сброса вод.

Нормирование качества почвы. В этой области установлен норматив, определяющий допустимый уровень загрязнения почвы вредными химическими веществами – ПДК для пахотного слоя.

ПДК в пахотном слое почвы (ПДК_n) – концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .

Поскольку часто почвы загрязнены сразу несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий степень загрязнения целой ассоциацией элементов относительно фона:

$$(Z_c) = \sum K_c - (n - 1), \quad (3)$$

где K_c – коэффициенты техногенной концентрации со значением более 1,0; n – число элементов с K_c более 1,0.

Оценка опасности загрязнения почв по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Изучение почв городов ведется методом сплошного сетевого апробирования поверхностных горизонтов (0–5 см) почв с учетом ландшафтно-геохимической ситуации и функциональных зон. При отборе проб применяют метод смешанной пробы или «квадрата». Густота сети обычно составляет от 1 до 10 точек / км².

После определения мест отбора наступает стадия проведения измерений и наблюдений, включающая полевые операции (измерения, пробоотбор, обработка и консервация проб, доставка в лабораторию) и лабораторные исследования (измерение концентраций загрязняющих веществ). Лабораторные анализы и полевые измерения должны проводиться со ссылкой на используемые методики и рекомендации. Контроль качества данных может осуществляться с применением статистических методов, выполнением анализа шифрованных проб и другими приемами.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продуктах питания. При разработке нормативов учитываются материалы по токсикологии и гигиеническому нормированию данных веществ в различных объектах природной среды, а также информация о естественном содержании различных химических элементов в пищевых продуктах. Санитарно-гигиеническое нормирование загрязненности пищевых продуктов касается главным образом пестицидов, а также тяжелых металлов и некоторых анионов (например, нитратов).

Допустимое остаточное количество вредного вещества в продуктах питания ($ПДК_{np}$) – это концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Нормирование в области радиационной безопасности. Процесс радиоактивного распада (перехода радиоактивного элемента в другой химический элемент) сопровождается излучением одного или нескольких видов. Выделяют гамма-активные изотопы (например, цезий-137), бета-излучатели (например, стронций-90) и альфа-излучатели (например, большинство изотопов плутония).

Количественной характеристикой источника излучения служит *активность*, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени.

В системе СИ единицей активности является беккерель (Бк) – 1 распад в секунду (с^{-1}). Иногда используется внесистемная единица кюри (Ки), соответствующая активности 1 г радия. Соотношение этих единиц определяется следующей формулой: $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Карты уровней радиоактивного загрязнения составляют в единицах кБк/м^2 или Ки/км^2 .

Экспозиционная доза измеряется по ионизации воздуха и равна количеству электричества, образующегося под действием гамма-излучения в 1 кг воздуха. В СИ экспозиционная доза выражается в кулонах на кг (Кл/кг). Часто применяется также внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген. Это доза гамма-излучения, при которой в 1 см^3 воздуха при нормальных физических условиях (температура 0°C и давление 760 мм рт. ст.) образуется $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества. Мощность экспозиционной дозы отражает скорость накопления дозы и выражается в $\text{Кл/кг} \cdot \text{сек}$ (в системе СИ) или в Р/ч (во внесистемных единицах).

Наиболее адекватный способ описания степени радиоактивного загрязнения местности – это плотность загрязнения. Плотность загрязнения представляет собой активность на единицу площади с учетом изотопного состава. Этот способ весьма трудоемок, требует проведения лабораторных анализов и не всегда может быть использован для оперативной оценки. Обычно такая оценка производится с помощью методов полевой дозиметрии.

При этом используемые приборы, методы и единицы измерения зависят от типа загрязнения. Мерой загрязнения гамма-излучателями является мощность экспозиционной дозы; бета-загрязнение характеризуется плотностью потока бета-частиц. Оценка степени загрязнения альфа-излучателями в полевых условиях невозможна.

При техногенном загрязнении в окружающую среду поступает смесь радионуклидов, среди которых есть все типы излучений. В первом приближении степень опасности может быть оценена по уровню гамма-фона, но в тех случаях, если в сбросах предприятий содержатся главным образом бета-излучающие радионуклиды, радиационная ситуация не может быть охарактеризована через величину экспозиционной дозы.

Ч А С Т Ь II

МЕТОДЫ ЭКОНОМИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Социально-экономическая география с момента своего зарождения теснейшим образом связана с решениями задач развития и совершенствования экономических и социальных основ общества в их территориальном разрезе. В результате бурного развития производительных сил на современном этапе (современная инфраструктура, новые мощные потоки сырья, энергии, готовой продукции, новые сверхмагистраль, новые формы расселения и т. д.) расширился и усложнился социально-экономический заказ географической науке. В настоящее время географы участвуют в решении вопросов формирования и развития территориально-производственных комплексов (ТПК), делают обоснования для проектирования городов, новых транспортных коммуникаций, размещения учреждений сферы обслуживания, систем туризма и отдыха, дают экономическую оценку природных и трудовых ресурсов, участвуют в разработке экологической и демографической политики. Географические исследования все больше применяются в качестве научной основы в региональной политике, управлении хозяйством, расселением и природопользованием. Конструктивная направленность исследований, выход в практику хозяйственного планирования и проектирования стали отличительной чертой современных научных исследований. Географическая наука, особенно ее общественные, социально-экономические ветви, переживает глубокие структурные изменения. Объект ее изучения расширяется и дополняется экономическими, социальными и экологическими направлениями. В рамках географии стали усиленно развиваться такие новые направления, как география населения, география сферы обслуживания, география туризма и отдыха, медицинская география, географическая экология и др.

Всеобщее внимание современной мировой и отечественной географии привлекают проблемы территориальной организации общества, в частности рациональное размещение производства и населения, его взаимодействие с природой. Быстрая урбанизация всех регионов

выдвинула много острых проблем развития систем городов, взаимосвязанного развития города и села, формирования единой системы населенных мест, взаимодействия их с окружающей средой.

Необходимость оценки взаимосвязей в системе «общество – производство – окружающая среда» обусловила экологизацию современной социально-экономической географии. Отсюда вытекают новые направления исследований: контроль за изменениями природной среды, вызванными деятельностью человека; научные географические прогнозы последствий этого воздействия; предупреждение, ослабление, ликвидация стихийных природных бедствий; оптимизация среды в природно-техногенных системах. Новые проблемы ставят перед наукой необходимость увязки технологических и градостроительных решений с природным окружением; обостряется проблема взаимосвязей в системе «экономика – техника – природа». В связи с этим актуальны такие задачи, как районирование территории по технико-экономическим условиям проектирования, строительства, эксплуатации сооружений и машин, географическое картографирование для прикладных целей. В области экономики природопользования важны научные обоснования путей рационального и экономного использования всех видов ресурсов.

Таким образом, все современные проблемы имеют четкую географическую интерпретацию и проявляются на любом территориальном уровне.

Взросший круг проблем предъявил требования к совершенствованию методики исследования. Географические школы в большинстве стран мира, в том числе и в нашей стране, совершили стремительный прыжок в овладении количественными методами, математическим моделированием; математика стала важнейшим инструментом в исследовательской работе географов. Совершенствуется и обновляется техника исследований: находят применение аэрокосмические съемки, вычислительная и электронная техника, автоматическое картографирование и т. д. В этих условиях возросли требования к подготовке специалиста-географа. Ему нужны широкая эрудиция в различных областях знаний, комплексность подхода, умение убедительно аргументировать свои выводы. Географу необходимы глубокие знания основ физической и экономической географии, экономики, статистики, социологии, математики, технологии производства и других смежных наук. Кроме того, он должен в совершенстве владеть методами и приемами научных исследований не только в области географии, но и экономики, демографии, социологии и других общественных наук.

Объект и методы исследований. Социально-экономическая география – это наука о территориальной организации общества, о формировании и развитии территориальных социально-экономических систем (ТСЭС).

Объектом исследований социально-экономической географии являются сложные территориальные социально-экономические системы, их подсистемы, структурные образования и элементы. Объект экономико-геоэкологических исследований включает территориальные комплексы в их единстве с природными условиями и ресурсами, населением. В качестве подсистем и элементов ТСЭС выступают такие объекты исследований, как население, хозяйство и его различные отрасли, природные условия и ресурсы, территориально-производственные комплексы, экономические районы, поселения, их сети и системы, агломерации и узлы, системы транспорта, другие территориальные сочетания.

Как наука, социально-экономическая география сочетает в себе одновременно элементы географии, экономики и социологии. Будучи наукой географической, она использует в исследованиях общегеографические подходы и методы и работает в тесном контакте с природоведческими дисциплинами. Будучи наукой общественной, она использует в исследованиях экономические и социологические подходы и методы и работает в тесном контакте с общественными науками, имеющими с ней общий объект изучения.

Основная *цель* социально-экономической географии – изучение социально-экономических процессов и явлений в их территориальном выражении. Отсюда вытекают *главные задачи* исследований:

- изучение закономерностей формирования, развития и размещения ТСЭС;
- оценка условий и факторов, влияющих на развитие и размещение ТСЭС, их подсистем и элементов;
- выявление взаимосвязей между географической средой, производством и расселением;
- научно обоснованное районирование территории; выработка предложений по оптимизации и повышению эффективности функционирования отдельных элементов ТСЭС;
- исследование проблем народонаселения, формирования оптимальной системы населенных мест и рационального использования трудовых ресурсов;
- изучение условий расселения и определение мер по их улуч-

шению и выравниванию в территориальном плане;

- исследование географических различий в условиях, уровне и характере жизни населения, обоснование мер по сближению социально-экономических параметров в различных типах поселений и районах страны;

- разработка научных основ пространственной организации жизни общества для целей планирования и проектирования.

- изучение экологического воздействия производства и расселения на природную среду.

2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Многоплановость современной экономико-географической науки определила разнообразие методов и приемов изучения социально-экономических процессов, их экологического воздействия. Для этих целей, как и для любого исследования, необходимо использовать следующие пути познания реальной действительности: наблюдение и измерение характеристик процессов и явлений; классификацию объектов исследования; выработку научного языка; открытие новых принципов, закономерностей, создание теории; решение поставленных проблем и определение путей практического применения полученных результатов.

Из общей совокупности методов исследования следует выделить научные методы познания и конкретные способы и приемы отбора материала, его обобщения и анализа. Совокупность научных методов познания составляет методологию науки, определяет ее направленность и конкретные результаты.

В основе методологии социально-экономической географии лежит *метод диалектики*. Его первейшее и важнейшее требование – рассмотрение всех явлений в их постоянном изменении, развитии и взаимосвязи. В социально-экономической географии четко выражен треугольник взаимосвязей, состоящий из блоков: общество – производство – природная среда. Связи между ними прослеживаются как по главным каналам, так и по дополняющим их направлениям и выражаются людскими перемещениями, потоками энергии, сырья, топлива, продукции, информации.

Это множество связей объединяется в группы, к типичным относятся: социально-демографические, производственные, социально-природные (в том числе рекреационные), природно-хозяйственные (включая ресурсные), производственно-экологические и др.

Согласно материалистической диалектике, во всей сложной картине этих связей и зависимостей обязательно прослеживается действие трех основных законов развития природы и общества: а) закон единства и борьбы противоположностей, раскрывающий причины движения и развития материального мира и отражающих его социальных явлений; б) закон перехода количественных изменений в качественные, раскрывающий характер такого движения и развития; в) закон отрицания, определяющий общее направление развития от отмирающего старого к нарождающемуся новому и относительную повторяемость некоторых моментов старого в возникающем новом.

Главной задачей экономико-геоэкологического исследования является изучение пространственных связей по всем каналам и направлениям. Только в процессе такого познания можно ответить на вопрос, каковы причины территориальных различий в развитии и размещении населения, отраслей хозяйства и их отдельных сочетаний, их воздействия на окружающую среду. Конкретные методические подходы к изучению взаимосвязей будут приведены в соответствующих главах учебного пособия.

Второе важнейшее требование, предъявляемое к экономико-геоэкологическим исследованиям, – выявление и объяснение пространственных различий в территориальной организации хозяйства и населения и их воздействия на окружающую среду. Оно осуществляется с помощью *метода пространственного анализа*. Географическое пространство – это объективная, всеобщая форма существования материальных географических образований и объектов в пределах конкретной территории и развивающихся во времени. Следовательно, атрибуту «пространственный» присущ фактор времени; атрибут «территориальный» предполагает лишь протяженность географического объекта, его размещение. В основе метода пространственного анализа лежат два принципа: территориальность и комплексность исследований. Эти принципы были сформулированы еще в работах Н. Н. Баранского и Н. Н. Колосовского; они являются краеугольными камнями методологии экономической географии.

Территориальность подхода к изучению социально-экономических явлений заключается в том, что они рассматриваются в определенных границах территории, в пределах того или иного района. Территориальные исследования являются, по существу, порайонными исследованиями. Как указывал Н. Н. Баранский, «географическое мышление – это мышление, во-первых, привязанное к территории, кладущее все су-

ждения на карту, и, во-вторых, связанное, комплексное». К этим двум принципам следует добавить третий – конкретность. Только конкретный подход может обеспечить правильность анализа и выводов, так как разные районы имеют разные условия для хозяйственной деятельности и жизни человека.

В географии территориальный подход сочетается с отраслевым. При этом можно выделить две разновидности отраслевого подхода различной степени комплексности: а) изучение особенностей размещения какой-либо отрасли в пределах территории крупного района или страны (узкоотраслевой подход); б) сравнительное изучение отраслевой структуры хозяйства нескольких районов (межотраслевой подход). Широкое распространение территориально-отраслевого подхода объясняется сложившейся отраслевой формой управления (объединения, предприятия, министерства) и системой статистической отчетности. Однако узкоотраслевой анализ не может вскрыть взаимосвязи в системе хозяйства региона, и в этом его главный недостаток. Межотраслевой подход заключается в исследовании взаимосвязанных групп, сочетаний отраслей, включая ресурсные, производственные и потребительские структуры. Наиболее выраженным примером таких межотраслевых сочетаний являются территориально-производственные комплексы, экономические районы. Территориально-производственный комплекс (ТПК) – это сочетание предприятий на основе производственных связей всех видов и общности использования территории и других ресурсов. Территориальная общность компонентов – решающий фактор образования комплекса. Экономический район – территориально целостная часть хозяйства страны, обладающая такими признаками, как специализация, комплексность и управляемость.

Составной частью и необходимым условием метода пространственного анализа является картографирование и картографический анализ. Без карты нельзя понять сущность региональных различий, не может быть действительно территориального исследования.

Во всех экономико-геоэкологических исследованиях необходимо использовать временной анализ – изучение явлений во времени, так как объекты исследования – ТСЭС и их элементы – всегда переходят в той или иной форме от одного временного отрезка к другому, участвуют в создании новых территориальных систем. Поэтому *метод исторического подхода*, предметом которого является генезис системы, ее возникновение, становление, развитие, относится к числу общих, основных методов познания. С его помощью можно ответить на вопросы, как изменялась

экономика того или иного района, географическая среда, ее хозяйственное использование, как менялись расселение людей и степень хозяйственного освоения территории. Поэтому в план географического изучения социально-экономических объектов и явлений обязательно включается раздел об истории их формирования и развития, с него, как правило, начинается исследование объекта. Этот метод базируется в основном на литературных, архивных, фондовых, музейных источниках информации.

В географической науке широко используется *сравнительно-географический метод*, т. е. метод сопоставления стран, районов, городов, результатов хозяйственной деятельности, изменения окружающей среды, развития населения и т. д. Он до известной степени заменяет эксперимент, позволяет определить причины, оценить влияние условий и факторов на развитие изучаемых объектов. Сравнение может быть в пространстве (региональное) и во времени. При помощи этого метода возможно решение таких важных вопросов, как типология и классификация изучаемых явлений и объектов, что крайне необходимо в практике планирования и проектирования, прогнозирования. Сравнения позволяют предвидеть по аналогии ход дальнейшего развития социально-экономических процессов, а значит, помогают в прогнозировании.

Конкретные примеры использования на практике описанных методов будут даны в последующих главах пособия при изложении методики исследования отдельных элементов ТСЭС.

Кроме общих методов в географической науке применяется ряд специальных методов и приемов сбора, обработки и анализа обширной информации.

Литературный метод исследования широко применяется в процессе исследований, так как он позволяет детально изучить литературу по данной теме, использовать опыт других исследователей и, не повторяя их, внести свой вклад в разработку научной проблемы. Этим методом пользуется каждый исследователь. Литературный метод предполагает тщательный подбор литературы по интересующей проблеме.

Литературные источники по специальности можно подобрать прежде всего из реферативного журнала «География», который ежемесячно публикует рефераты по всем важнейшим работам во всех отраслях географической науки. Большую помощь в подборе литературы оказывают специальные библиографические указатели. При непосредственном ознакомлении с литературными источниками необходимо составить по ним рефераты или аннотации. Аннотация – это

краткие сведения о содержании работы и ее назначении. На основании аннотации можно составить библиографические карточки по теме и сгруппировать их по основным разделам исследования. Реферат – более развернутое содержание работы, основные ее положения. На основании рефератов можно дать обзор литературы по теме и оценить степень изученности проблемы.

В социально-экономической географии используются практически все приемы экономико-статистического анализа: группировки, определение средних величин, ранжирование данных, построение вариационных рядов, выборка, корреляции, расчет индексов, построение динамических рядов и т. д. Эти методические приемы приобретают в географии все большее распространение в связи с ее экономизацией, выходом в практику планирования и проектирования. Статистика дает географии факты, цифровые материалы, без которых невозможно изучение действительности и подтверждение теоретических выводов. Даже сложные математические приемы, которые стали широко применяться в географии, требуют предварительно обработанных, систематизированных, сгруппированных статистических данных. Поэтому при проведении исследований каждый географ наряду с соответствующей математической подготовкой должен хорошо владеть методологией статистики, уметь пользоваться статистическими методами, понимать природу показателей. Метод экономико-статистического анализа предполагает три стадии: сбор, обработку информации, анализ и выводы. Природа экономических показателей, их применение и способы расчета раскрываются в соответствующих главах пособия.

Математический метод исследования все шире проникает в географию. Уже само применение статистических данных и их обработка предполагают использование математики; различные коэффициенты из области экономики и демографии (специализации, текучести кадров, рождаемости, интенсивности миграции) – это уже простейшие математические модели. Математика в географии выступает как инструмент исследования, не подменяя специальные географические методы. Математический метод применяется географами в следующих случаях: если объектом исследования являются относительные величины; когда нужно выровнять характеристики по правилам регрессии, обосновать достоверность гипотезы; при многофакторном анализе, когда требуется построить модель процесса, найти периодичность явлений, выбрать оптимальный вариант, сделать прогнозные расчеты.

Первый этап применения математики в географии – введение количественных мер изучаемых явлений, т.е. подготовка к математическому анализу, ответ на вопрос «сколько?».

Второй этап более сложный, связан с поиском эмпирических взаимосвязей в обширном цифровом материале. В виде математических функций в той или иной степени приближения выражается зависимость явлений. При помощи формул прокладывается путь к познанию причинных связей, дается ответ на вопрос «каковы взаимосвязи?».

Третий этап применения математики – вывод закономерностей, попытка определения механизма явлений. Отсюда начинается путь к предсказанию, прогнозированию. Например, выявлены тенденции в динамике населения за 10-летний период. Если предположить, что в ближайшие 10 лет темпы роста населения останутся на этом же уровне, то численность населения на конец расчетного периода можно определить, составив соответствующую формулу.

Таким образом, математические методы помогают географу превратить описательное исследование в конструктивное. Однако для этого необходимо хорошо владеть основами прикладной математики.

Картографический метод – не только средство для раскрытия пространственных связей, но часто и конечная цель исследования. Как указывал Н. Н. Баранский, от карты всякое географическое исследование исходит и к карте приходит, с карты начинается и картой кончается. Карта, по выражению Н. Н. Баранского, второй язык географии.

Суть картографического метода состоит во включении в процесс исследования промежуточного звена – географической карты как модели изучаемых явлений. При этом карта выступает в двойной роли: в качестве средства исследования и как его предмет, модель, заменяющая реальное пространство. Этот метод предполагает четыре стадии картографирования и использования карты: получение информации; обработка информации и построение карт; изучение карты, анализ, извлечение информации; использование полученной информации для выводов, рекомендаций, прогнозов. Исследователь должен помнить, что очень важно не только составить карту, но и уметь работать с ней, взять от нее все, что она может дать, иначе карта будет оставаться «вещью в себе».

Практически все статистические показатели можно изобразить наглядно при помощи разнообразных картографических форм. Этим достигается, во-первых, наглядная демонстрация, моделирование изучаемых объектов, явлений; во-вторых, разгружается от излишней цифро-

вой информации текст; в-третьих, географическое исследование становится законченным.

Для показа пространственного распределения или локализации явлений применяются различные формы изображения: картосхемы, картограммы, картодиаграммы, карты линий связей, точечные карты, карты символов, контуров, демографического потенциала и др. Если данные относятся только к одному пункту, можно ограничиться графиками, диаграммами, номограммами. Определенное сходство тех или иных точек или участков территории полезно показать при помощи изолиний: изогипсы – горизонтали рельефа, соединяющие точки с одинаковой высотой поверхности; изофоры соединяют точки с равными издержками; изостады связывают точки, сходные по стадии развития; изохроны соединяют точки с равными характеристиками затрат времени и т.д. Так как в процессе обучения в вузе географы получают хорошие знания по картографии, здесь нет необходимости подробно останавливаться на методике составления карт, их типах и формах. Этому посвящена специальная учебная литература.

Визуальный метод исследования, основанный на непосредственном наблюдении явлений, объектов, дает зачастую больше для понимания, чем использование всех перечисленных методов. Географ собирает новый материал главным образом в результате непосредственных территориальных исследований. Необходимо увидеть изучаемый объект, изучить на месте типичные явления, установить, почему именно так они протекают. Для изучения различных социальных, хозяйственных, природных процессов и явлений необходимо личное знакомство с ними, наблюдение за всеми этими процессами, получение первичной визуальной информации. Визуальный метод незаменим при изучении микрогеографии и планировки населенных мест, при крупномасштабном изучении территории, при знакомстве с технологическими процессами, их особенностями, последствиями хозяйственной деятельности и т. д. Наблюдения должны сопровождаться беседами со специалистами, руководителями производства, фотографированием местности.

Метод анкетного опроса стал одним из распространенных специальных методов в социально-географических исследованиях. Этим методом пользуются в двух случаях: если информация отсутствует; если нужно узнать мнение определенного круга людей, мотивы, причины социальных явлений. Есть две формы проведения опроса. Это может быть беседа, в ходе которой берущий интервью задает ряд целенаправленных вопросов и с их помощью получает ответы по интересующей его проблеме. Опрос

может быть организован посредством анкеты строго определенной формы, которую опрашиваемый заполняет самостоятельно или с помощью исследователя. Главное требование в данном случае – умение составлять анкеты и формулировать вопросы. Анкета должна содержать самые необходимые, предельно краткие, простые и понятные вопросы. К большинству из них в анкетах можно предложить перечень возможных вариантов ответов, закодировать их для облегчения дальнейшей обработки анкет.

Перечисленные выше методы исследования применяются в сочетании, с преобладанием того или другого, в зависимости от поставленной задачи.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ. МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Экономико-геоэкологические работы проводятся в форме камеральных и полевых исследований, организация которых предполагает три этапа.

Подготовительный этап. Прежде чем собирать материал, необходимо определить основную научную идею, четко сформулировать название темы, ее цель и задачи; составить схематический план, в котором намечаются основные разделы будущей работы и ее направление. После этого, чтобы определить степень изученности проблемы и не дублировать уже сделанного, необходимо ознакомиться с литературой по данной теме и с картографическими материалами. Работа над литературой должна быть творческой: применительно к теме следует законспектировать важные мысли и положения, сделать копии карт, планов; выписать образцы таблиц, которые могут пригодиться в будущей работе. При этом необходимо, соблюдая правила ссылки, точно указать источник информации.

Когда литература и другие источники изучены, необходимо составить программу исследований и подготовиться к полевому этапу. Для этого в программу должен быть включен перечень объектов исследования и организаций, располагающих источниками информации по данной проблеме. По каждому разделу программы разрабатываются и заготавливаются определенные формы таблиц. Составляется перечень картографического материала, которым необходимо будет пользоваться в процессе изучения темы (например, карта района, схематический план города, план землеустройства) или который будет составлен по результатам исследований. Определяется круг вопросов, которые необходимо

выяснить на месте, заранее продумывается содержание бесед; составляется подробный вопросник. Последнее особенно важно для начинающего исследователя, не обладающего достаточным опытом и знаниями в данной области. К проведению бесед, опросов, к анкетированию нужно готовиться особенно тщательно.

Полевой этап исследований – самый ответственный. Методы и приемы сбора первичных материалов разнообразны и требуют глубоких знаний методики исследования. Важнейшим «аккумулятором» полевых материалов является дневник, в который записываются все научные данные, личные впечатления, наблюдения, содержания бесед. Наряду с дневником ведутся специальные рабочие тетради, куда вносится вся информация в соответствии с программой исследований.

Сбор материала, особенно статистического, требует исключительной тщательности и аккуратности (записать точные названия источников, единицы измерения, годы, на которые составлены сведения, и т. д.). В полевых условиях необходима калька, миллиметровая бумага для выкопировки и вычерчивания рисунков. Большую помощь может оказать фотоматериал, поэтому географ наряду с картографированием должен хорошо владеть техникой фотографирования. Учитывая сложность и многогранность методики сбора материалов исследования, остановимся подробнее на этом вопросе.

Методика сбора материалов. Главное требование к сбору информации – ее надежность и достоверность. При географическом исследовании нужные материалы обычно приходится собирать из различных источников, нередко прибегая к выборочным обследованиям. Очень важно также отобрать нужную информацию, избегая двух крайностей: и избытка, и недостатка информации, раскрыть суть явления. Информация должна быть определенной: применяемые факты и данные должны отвечать цели исследования и быть однозначными, т. е. в единой системе измерения, в одном времени, относительно одного и того же или сходных пространств. Информация должна отражать процесс движения, динамику явления, развитие от простого к сложному, от известного к неизвестному, от старого к новому. Рекомендуются временные сопоставления на определенные даты, периоды. При этом расстояния между датами выбираются равновеликими, например, через каждые 5 (10) лет и последние 3–4 года без перерыва. При географических исследованиях необходимо относить информацию к равновеликим территориальным группировкам, административным единицам одного порядка.

С учетом этих условий применяется более экономный способ сбора информации – *выборка*. Выборка бывает нескольких видов:

а) элементарная, или метод «ключей», т. е. изучение наиболее типичных объектов в генеральной совокупности. Главное условие при этом – правильный отбор «ключевых» элементов;

б) простая систематическая выборка, предполагающая отбор элементов из всей совокупности систематическим, регулярным способом (через равные интервалы, например, каждый пятый, десятый). Процедура этой выборки очень простая, но при этом существует реальная опасность преувеличить долю отдельных признаков. По этой причине простую систематическую выборку нельзя признать надежной;

в) простая случайная выборка – отбор элементов совокупности случайным образом, основанный на законах вероятности, по схеме случайных чисел. Конечно, здесь результат может оказаться приближенным, но этот способ незаменим при изучении множества вариаций совокупности;

г) выборка типическая стратифицированная, заключающаяся в том, что генеральная совокупность расчленяется на части и выборка извлекается из каждой части. Этот способ позволяет исследовать выборочно все вариации совокупности явлений или объектов. Но он возможен лишь при условии, что уже имеется хотя бы грубое представление о структуре статистической совокупности. Например, расчленив все города на три основные группы – крупные, средние, малые – можно дальше вести случайную или систематическую выборку по каждой из трех групп. Данный способ выборки требует двух необходимых условий: во-первых, еще до отбора нужно знать структуру совокупности; во-вторых, для получения точных результатов каждая выделенная категория, группа должна быть относительно однородной, без особых внутренних вариаций. Метод стратифицированной выборки наиболее приемлем для географических исследований.

Источники информации. Современный этап исследований отличается колоссальным объемом и потоком научной информации.

Существуют два вида информации – документальные источники и непосредственные обследования.

Огромное множество документальных источников информации, которыми пользуются исследователи-географы, можно объединить в следующие группы.

Документальные опубликованные материалы, такие как:

- директивные документы (материалы сессий Верховного Совета, государственные планы и программы экономического и социального развития страны, сводки о выполнении планов и программ и т. д.);
- статистические публикации (справочники, бюллетени, ежегодники, сводки); подробным источником информации являются переписи, материалы которых публикуются периодически (переписи населения, жилого фонда и др.). Большинство статистических публикаций готовится к печати различными ведомствами и службами, например, министерствами, управлениями);
- периодические географические и экономические издания: «Вестник БГУ» и подобные журналы других университетов страны; из экономических журналов – «Мировая экономика и международные отношения», а также различные информационные бюллетени;
- энциклопедические издания: энциклопедии, специальные энциклопедические словари и т. п.

Обобщающим источником информации о важнейших публикациях является «Реферативный журнал», в частности его специальный выпуск «География».

Неопубликованные статистические материалы:

- отчетные документы (годовые, квартальные отчеты предприятий, организаций, колхозов и совхозов);
- плановые материалы учреждений, предприятий, министерств;
- периодическая отчетность министерств, ведомств, организаций;
- материалы сельсоветов, колхозов, предприятий, домоуправлений, ЗАГСов, органов милиции и т. д.

Неопубликованные статистические материалы, относящиеся к мелким территориальным единицам, несмотря на некоторую недоступность, представляют собой лучший источник информации при крупномасштабных исследованиях.

Карты часто служат ценным источником информации, например топографические, отражающие подробности ландшафтов, размер и планировку поселений, транспортной сети; карты-планы городов и целых урбанизированных зон; картосхемы плановых и проектных организаций; тематические специальные карты (почвенные, геологические, агроклиматические и др.).

Аэрофотоснимки можно использовать и как источник данных, и для целей интерпретации. Они показывают все видимые детали при-

родных и культурных ландшафтов, форм расселения, транспортных линий и потоков.

Прочие источники информации. К ним относятся материалы музеев, библиотек, архивов, адресные справочники, путеводители, расписания движения транспорта.

Если же перечисленные выше источники информации не обеспечивают исследователя необходимым потоком информации, он прибегает к натурным обследованиям интересующих объектов. Они могут быть в форме наблюдений или опроса населения.

Наблюдения чаще всего осуществляются в форме картирования (земель, форм рельефа, ландшафтов, типов поселений и т. д.). Если же информация отсутствует или нужно узнать мнение людей, выяснить мотивы, причины социальных явлений, исследователь прибегает к помощи анкет и интервью.

Нужно помнить, что любая исследовательская работа должна опираться на сведения из надежных источников.

Заключительный этап. Методика обработки материалов исследования. При изучении социально-экономических процессов, их влияния на окружающую среду основная часть сведений представляет собой первичные статистические данные. Поэтому важно уметь так обрабатывать исходный материал, чтобы он не только легко воспринимался, но и лег в основу выводов.

Исходная информация в процессе анализа подвергается обработке по трем основным направлениям: *обобщение, сопоставление и выводы.*

Самый распространенный *метод обобщений* – группировка данных вокруг некоторых пороговых величин. В процессе группировки совокупность данных разбивается на конкретные статистические группы. Принцип группировки подчиняется задаче исследования. Предел числовых значений каждой группы должен соответствовать либо арифметической, либо геометрической прогрессии или иметь хотя бы одинаковый шаг изменения признака. При этом не следует стремиться к многочисленности групп, так как теряется целостное представление и не получится обобщенной картины. Различаются группировки по количественным и качественным признакам. Если единицы совокупности группируются по территориальному признаку, то такие группировки называют географическими, или территориальными. При помощи такой группировки можно проследить тенденции развития определенных территориальных объектов и явлений и сделать выводы об их взаимосвязи.

Метод группировок является важнейшим методом экономико-статистического анализа. Этот метод позволяет не только отразить качественное многообразие разнообразных явлений; он дает возможность установить и изучить связи между ними. Однако неправильная группировка может исказить действительность, затушевать ее отдельные стороны, поэтому исследователь должен хорошо владеть экономической теорией, которой он руководствуется.

Группировочные признаки не должны быть случайными, формальными, ибо от правильности выбора группировочного признака зависит и правильность выводов. Один и тот же материал при неправильном применении метода группировок может дать диаметрально противоположные выводы.

Результаты группировок можно изобразить наглядно в виде диаграмм распределения, гистограмм, огив, полигонов. Диаграмма распределения показывает, как часто встречается каждое значение изучаемого признака. Частоту наблюдений в каждой группе по определенному размеру шкалы показывает гистограмма. Если по оси ординат отметить численность групп, а на оси абсцисс – интервалы численных значений изучаемого признака, а каждый интервал представить своей средней точкой, то получим изображение в виде полигона. Показав на оси ординат вместо частот проценты, можно получить график, который называется огивой.

Вторым важным методом обобщения данных является метод средних величин. Самый распространенный вид средней величины – среднее арифметическое, т. е. сумма всех исходных величин, деленная на число наблюдений. Есть еще одна разновидность средней величины, которая называется медианой; это цифра в середине ранжированного ряда. Наиболее часто встречающееся числовое значение, типичная цифра данной совокупности, или мода, «модальная группа», также может служить примером обобщенной средней величины.

Роль средних величин в экономико-геоэкологическом анализе чрезвычайно велика. Благодаря их применению, исследователь получает возможность переходить от единичного к общему, от случайного к закономерному. Без средних показателей, отражающих реально достигнутые, объективные уровни, невозможно сопоставление изучаемого признака, явления во времени и в пространстве. Средняя величина абстрактна, но именно в этой абстракции заключается научная ценность средних как обобщающих характеристик совокупностей.

После обобщения данных необходимо произвести их *сравнение, сопоставление*, чтобы определить степень, уровень развития явлений или процессов, установить причины их возникновения и следствия, из этого вытекающие. В географических работах используются три вида сравнений. Чисто описательные сравнения широко распространены в сравнительной региональной географии (сравниваются, например, особенности природы, хозяйства, занятий населения стран и районов). Второй вид сопоставлений помогает найти не только объяснение установленным характеристикам, но и причину выявленных различий. В этом случае приходится рассматривать факторы, влияющие на развитие тех или иных процессов, и определять характер связи между независимыми и зависимыми переменными. Из сравнения двух переменных рождается объяснение явления. Сопоставления такого рода называются объяснительными, с их помощью выявляются закономерности изучаемых процессов.

Оформление материалов исследования. После обработки данных требуется представить полученные результаты в форме, соответствующей требованиям для оформления научных работ. Автору необходимо переосмыслить полученный материал, изложить его грамотно, логически последовательно, увязав теоретические знания с практическими результатами. Следует проявить умение анализировать факты и явления, делать правильные умозаключения, ясно, четко, убедительно выразить свою идею, дать конкретные предложения или рекомендации, имеющие практическое значение. Выводы автора должны отразить суть и ценность проведенных исследований, показать результаты работы.

Каждая научная работа (для студентов вуза это курсовая и дипломная) состоит из следующих главнейших структурных элементов.

Введение. В нем кратко формулируется обоснование актуальности темы исследования, постановка задачи, цель и методы ее достижения. Приводятся сведения об объектах исследования, использованных материалах, дается обзор важнейших научных публикаций по данной теме, отмечается новизна работы и личный вклад автора в разработку проблемы; кратко излагается содержание каждого раздела.

Основная часть. В ней объясняется методика работы, может быть дан подробный литературный обзор, раскрываются общие закономерности и особенности изучаемой проблемы, подробно излагаются собственные исследования по данной теме, характеризуется роль и значение объекта исследования. Автор может высказать критические замечания в адрес существующей методики исследования, дать оценку условий его

проведения, оценить собственные результаты, их научную и практическую значимость.

Основная часть работы должна содержать богатый и разнообразный картографический материал, сложные аналитические таблицы; можно использовать и фотографии. Весь картографический материал выполняется в соответствии с правилами картографии и является неотъемлемой частью текста, в котором дается его анализ.

Текст не должен быть перегружен цифровой информацией; ее лучше представить в форме рисунков или обобщающих таблиц. Сведенные в таблицы данные дают возможность делать выводы, обобщения, создают зримую картину, экономят место и облегчают анализ приводимых статистических показателей. Пронумерованные таблицы имеют названия и ссылки на источник информации.

Содержание таблицы не повторяется в тексте, на его основании необходимо сделать выводы применительно к содержанию раздела.

Если в работе использованы цитаты из сочинений других авторов или из официальных документов, их следует воспроизводить точно по подлиннику, ссылаясь на последнее издание. Цитаты должны иметь соответствующие ссылки на источники, из которых они взяты. Без них цифры и факты теряют достоверность.

Заключение или выводы в больших и сложных работах могут быть сделаны по каждому разделу, а в конце всей работы дается заключение и общие выводы. Выводы – это сжатое изложение полученных результатов, принадлежащих автору и вытекающих из содержания работы.

К законченной научной работе прилагается список использованной литературы и других источников. Он может быть составлен строго по алфавиту (по фамилиям авторов или по названиям работ) или по мере упоминания литературного источника по тексту. Библиографическое описание использованной литературы состоит из следующих элементов: фамилия автора (авторов), инициалы; название литературного источника (полностью); подзаголовочные данные, т. е. сведения, указывающие на вид издания, его повторность или периодичность; фамилия научного редактора и др.; выходные данные, т. е. место издания, издательство, год издания (см. литературу в конце пособия).

Таким образом, к оформлению результатов исследований предъявляются определенные методические требования, соблюдение которых обязательно для каждого исследователя.

4. МЕТОДИКА ЭКОНОМИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

4.1. Население как объект исследования

Цели, задачи исследования. Общие рекомендации. Комплексная экономико-географическая характеристика населения территории предполагает углубленный анализ сложных и многообразных связей и зависимостей, которые существуют между населением, хозяйством и окружающей природной средой. В процессе изучения населения необходимо обратить внимание на три главных аспекта данной проблемы: а) региональные особенности размещения, развития, деятельности и условий жизни населения; б) причины региональных различий в этих процессах; в) последствия изучаемых процессов. Ответить на эти вопросы можно лишь при условии глубокого понимания закономерностей развития хозяйства и демографических процессов. При этом следует учитывать, что процессы развития народонаселения очень динамичны, более устойчивы лишь формы поселений, но и они меняют свой облик под воздействием требований развития производства, охраны окружающей среды. Поэтому все явления развития и расселения населения, взаимодействия его с природной средой необходимо изучать во времени. Особого внимания при этом требует выявление новых тенденций и причин, их порождающих, включая прогнозы развития и размещения населения, возможного влияния его на природу.

На современном этапе к географическому изучению населения предъявляются новые требования. Важное значение придается исследованиям региональных различий процессов воспроизводства населения и демографической ситуации, миграций населения и использования трудовых ресурсов. Задачи демографической политики требуют усиления внимания к изучению региональных особенностей в демографическом поведении населения, в условиях и образе жизни. Все большую актуальность приобретает экологический аспект изучения населения: влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду и обратное воздействие окружающей среды на человека.

Географическое изучение населения предполагает всестороннее рассмотрение следующих вопросов.

1. Особенности формирования и динамики населения района.
2. Естественное движение населения и характер современных де-

мографических процессов.

3. Роль миграции в формировании населения района, география миграционных потоков.

4. Состав населения: половозрастной, социальный, национальный.

5. Размещение населения и степень заселенности территории.

6. Расселение и его формы. Уровень урбанизации и развитие сети городских поселений. География сельских поселений.

7. Уровень материального благосостояния; условия жизни.

8. Население и окружающая среда.

Для выяснения причин региональных различий в тех или иных демографических процессах необходимо привлечь обширный материал по природным условиям, истории и географии хозяйства, демографии, этнографии, районной планировке. Изучение населения основано на различных источниках информации.

Наиболее достоверным источником данных о численности населения являются итоги переписи. В период между переписями оценка численности населения страны в целом и всех ее территориальных единиц вплоть до отдельных населенных пунктов производится следующим путем: к числу жителей прибавляется количество родившихся и прибывших, вычитаются умершие, а также выбывшие в другие районы. Единственный источник статистических сведений о естественном движении населения – регистрация отделами загсов и сельсоветах рождений, смертей, браков и разводов. Учет миграций основывается на прописке и выписке переезжающего населения в административных органах с заполнением отрывных талонов прибытия и выбытия. В сельсоветах учет естественного и механического движения населения ведется в похозяйственных книгах. Документальные источники информации, содержащие сведения о населении, можно объединить в две группы.

1. Статистические публикации: итоги Всесоюзных переписей населения (1926, 1939, 1959, 1970, 1979) и переписи населения Беларуси (1999); данные текущего учета, опубликованные в статистическом ежегоднике Республики Беларусь; специальные справочники «Народонаселение мира»; можно использовать также неофициальные статистические публикации (сводки, обзоры в журналах, газетах).

2. Неопубликованные материалы: данные статистических органов (отдела населения, здравоохранения и культуры Министерства статистики и анализа Республики Беларусь, областных статистиче-

ских управлений, районных, городских инспектур Министерства статистики и анализа Республики Беларусь); акты гражданского состояния загсов; материалы адресных столов районных и городских отделений милиции; личные карточки отдела кадров предприятий; материалы органов здравоохранения, просвещения, социального обеспечения, государственных комитетов и отделов по труду, специальных научных и проектных организаций (институтов районной планировки, институтов труда, демографических подразделений институтов экономики и т. д.). В качестве дополнительных источников можно использовать домовые книги ЖЭС и домовладельцев, списки избирателей, адресные справочники, городские путеводители, данные транспортной статистики. Информацию о демографической ситуации и трудовых ресурсах сельской местности содержат следующие источники: похозяйственная книга учета в сельсоветах; годовые отчеты колхозов и совхозов; планы социально-экономического развития района; производственно-финансовый план колхоза; единовременный отчет о половозрастном составе сельского населения; книга учета членов колхоза и их семей; книга учета труда и расчетов; отчет о численности и составе по образованию руководящих работников и механизаторов; отчет о подготовке и повышении квалификации кадров сельского хозяйства; отчет о численности работников по полу, возрасту и стажу работы; баланс численности рабочих в совхозах; отчет о трудоустройстве молодежи.

Изучение численности и воспроизводства населения. Используя материалы переписи и текущего учета, необходимо проследить, как изменялась численность населения данной территории за большой исторический период, какие этапы в динамике населения можно выделить, дать их подробный анализ и графически отразить эти изменения. Нужно показать, какое влияние оказали сдвиги в размещении производства, естественное и механическое движение, как отразились последствия Великой Отечественной войны. Рассчитав темпы ежегодного прироста (отношение численности населения на начало данного года к предыдущему в процентах), можно сравнить изучаемую территорию с другими, определить тип района по темпам роста населения (высокий, средний, низкий, убыль). Затем анализируется изменение численности городского и сельского населения, выявляются общие тенденции этих изменений и их особенности по отдельным периодам, определяется соотношение между источниками роста населения.

На заключительном этапе исследования выявляют внутрирайонные различия в динамике населения (между отдельными частями территории, между типами сельских и городских поселений). Определяется влияние прироста или убыли населения на формирование трудовых ресурсов территории, хозяйственное развитие и ход демографических процессов, а также процессы воздействия населения на окружающую среду.

Основой для анализа динамики и важной составной частью территориальной характеристики являются показатели воспроизводства населения. Рождаемость, смертность и естественный прирост учитываются в абсолютном выражении в виде числа родившихся и умерших за тот или иной отрезок времени и естественного прироста (разность между числом родившихся и умерших). Относительные показатели естественного движения: коэффициенты рождаемости, смертности, естественного прироста, коэффициенты брачности и разводов. Эти коэффициенты рассчитываются на 1000 жителей (в промилле) путем деления числа родившихся, умерших, естественного прироста за год на среднегодовую численность населения.

Необходимо проследить динамику этих показателей по периодам, дать сравнение их с аналогичными показателями по другим районам; сопоставить показатели воспроизводства городского и сельского населения; выявить факторы, которые определили особенности данного региона. Это могут быть социально-экономические (уровни индустриального развития района, урбанизации, женской занятости, образования населения) и демографические факторы (соотношение численности мужчин и женщин, в том числе в детородных возрастах; различия в структуре по возрасту и др.). На основании анализа следует дать общую оценку режима воспроизводства населения на изучаемой территории. Например, выявлено, что уровень рождаемости высокий (более 20 ‰), коэффициент смертности низкий (менее 7 ‰), естественный прирост высокий (более 15 ‰), в составе населения велика доля детей и молодежи. Такой тип воспроизводства оценивается как расширенный или близкий к нему. К этим характеристикам можно добавить из данных переписи число и состав семей, в том числе с одним, двумя, тремя и более детьми. На основании такой типологической группировки можно составить картодиаграммы, наглядно отражающие выявленные территориальные различия.

В результате проделанной работы делаются выводы о влиянии демографического развития на динамику численности населения, его

возрастной состав, возможности формирования трудовых ресурсов за счет молодежи и как следствие этого развития – возрастание или уменьшение воздействия на окружающую среду.

Изучение миграции населения. Миграция населения рассматривается как вторая составляющая динамики и важнейшая демографическая характеристика при географическом изучении населения. Начать исследование необходимо с основных количественных показателей, характеризующих миграционные потоки:

- масштабы миграции или ее объем (сумма прибывших и выбывших за определенный период);
- сальдо миграции, т. е. разность между числом прибывших и выбывших. Это результат миграции, дающий представление о приросте или убыли населения района, поэтому он обозначается знаком плюс или минус. Величина сальдо миграции может быть рассчитана путем сопоставления числа прибывших и выбывших, а также путем вычитания из общего прироста величины естественного прироста (там, где нет точных данных о миграции);
- интенсивность миграции – отношение числа прибывших, выбывших или сальдо к среднегодовой численности населения данной территории.

Все количественные показатели необходимо представить в сводной аналитической таблице и дать их временной и территориальный анализ. После анализа количественных параметров миграции дается характеристика географического направления миграционных потоков. По охвату территории все миграционные потоки можно подразделить на: внутриобластную миграцию (обмен населением между пунктами одной области по линии город – город, город – село, село – город, село – село); межобластную (обмен населением между областями по этим же линиям движения). Для характеристики указанных направлений миграционного движения используются все перечисленные выше показатели, на основании которых составляются картосхемы, отражающие интенсивность и результаты обмена, дальность переселений и их масштабы.

Изучение качественной структуры мигрирующего населения включает такие вопросы, как распределение мигрантов по полу и возрасту, образованию, социальным, национальным и профессиональным группам; оценка влияния состава мигрирующего населения на динамику и состав населения и трудовых ресурсов в районах выхода и вселения.

В заключительной части исследования выявляются причины, определяющие масштабы, направления и структуру миграционных потоков. Причины миграции могут быть социально-экономические, исторические, материально-технические, организационные, семейные, этнические и др. Миграция населения отдельных районов страны зависит от их экономического развития, состояния баланса трудовых ресурсов, комплекса жизненных и природно-климатических условий, демографической ситуации экологических факторов и др. Поэтому анализ процессов миграции населения необходимо тесно связывать с общим анализом экономического развития районов выхода и вселения, с анализом роста промышленного производства, объемом капитальных вложений, с учетом природных условий, этнических и демографических характеристик населения, состояния окружающей среды.

На основании всестороннего изучения процессов миграции необходимо оценить их последствия, предложить оптимальные меры регулирования миграционными перемещениями населения. Современная миграционная политика включает в качестве важнейшей меры более обоснованное размещение новых предприятий, учебных и научных центров с учетом влияния этого размещения на миграционные процессы. В трудонедостаточных районах целесообразно стимулировать миграционный приток; в районах с высокой концентрацией населения, наоборот, желательно стимулировать его отток, повышая роль учебной миграции в подготовке квалифицированных рабочих.

Анализ размещения населения и степени заселенности территории. При изучении данной темы должна быть отражена взаимосвязь между размещением населения (его плотностью), хозяйственной освоенностью территории и ее природными условиями (плодородие почв, распаханность, лесистость, заболоченность, условия рельефа, климатические условия и др.) и их состоянием. Следует также дать характеристику исторических особенностей заселения района и проследить их влияние на современное размещение. Необходимо сравнить показатель плотности населения с аналогичным показателем по другим районам, со средними данными по республике, области, дать оценку степени заселенности территории и уровня ее хозяйственного освоения, воздействия на окружающую среду.

Детального изучения требуют экистические условия, так как именно экистические условия играют важную роль в степени воздей-

ствия населения на окружающую среду. Их характеризуют следующие показатели расселения населения: людность населенных пунктов, их распределение по величине, плотность населения, в том числе городского, сельского, степень концентрации населения и равномерности размещения, густота поселений, среднее расстояние между ними.

Одной из наиболее емких характеристик расселения является степень интенсивности освоения территории. Для ее определения можно использовать систему показателей плотности: населения и промышленных рабочих на 1 км^2 ; промышленно-производственных фондов и валовой продукции промышленности (в тысячах рублей на квадратный километр); сельскохозяйственного производства валовой продукции на единицу площади; протяженность различных транспортных путей на 100 км^2 . Эти показатели отражают экономическую насыщенность территории, степень хозяйственного освоения, а следовательно, и степень воздействия на окружающую среду. К ним можно добавить степень распаханности, степень урбанизированности, показатели развития социальной инфраструктуры (количество учреждений, объем услуг на единицу территории). Всю эту сложную систему показателей можно объединить в интегральный показатель и выразить в баллах.

Общая картина размещения населения дополняется анализом сети городских и сельских поселений. Здесь необходимо показать основные черты размещения городских поселений на изучаемой территории, рост числа городов; выделить типы городских поселений по величине, функциональному профилю, охарактеризовать их роль во взаимодействии с природой. Необходимо также показать особенности размещения сети сельских поселений, выделить среди них различные типы по величине (малые, средние, крупные) и функциям (сельскохозяйственные, несельскохозяйственные, смешанные), оценить густоту сети сельских поселений (в расчете на 100 км^2), среднее расстояние между ними для того, чтобы в дальнейшем производить расчеты по определению влияния на окружающую среду. Кроме общей характеристики следует показать также влияние сельского расселения на экономику хозяйства и условия жизни населения на конкретной территории, определить степень воздействия на окружающую среду. В заключительной части исследования нужно обосновать перспективы развития сети населенных мест с учетом экологических аспектов. Для этого можно использовать схему районной планировки, перспективный план развития хозяйств и района.

Географические особенности размещения населения необходимо проиллюстрировать наглядными материалами (картограммы плотности населения, густоты населенных пунктов, картодиаграммы людности, схемы планировки и т. п.) состояние природной среды (озеленение, водоснабжение, канализация); меры, принимаемые по оздоровлению природного окружения. Кроме этого важно кратко охарактеризовать рекреационные угодья и ресурсы изучаемой территории, их качество и степень использования для отдыха населения (парки, пляжи, водоемы, лесные массивы, историко-архитектурные памятники, турбазы, санатории, оздоровительные лагеря, пансионаты, дачи, дома отдыха и т. д.). На основании данных или специальных обследований необходимо составить карты зон отдыха, зон наиболее активного воздействия человека на природную среду, охраняемых территорий и т. д.

4.2. Методика географического изучения города

Современный город, особенно крупный, – наиболее интересный и сложный объект исследований в социально-экономической географии. Это особая территориальная система, которая одновременно представляет собой и форму расселения людей, и сложный народнохозяйственный комплекс, и экономический центр территории. Поэтому подход к изучению города должен быть комплексным даже в том случае, если изучаются отдельные стороны его жизни.

Главная задача экономико-геоэкологического изучения города заключается в том, чтобы показать его как комплекс взаимодействующих социально-экономических и географических явлений, а это значит изучить особенности его положения, оценить природные условия как среду для развития, выявить тенденции роста населения и территории, особенности хозяйственной структуры и взаимосвязей в системе расселения, взаимосвязей с окружающей средой.

Экономико-географическое изучение города проводится по следующему плану.

1. История возникновения и основные этапы развития.
2. Роль природных условий и ресурсов в развитии города и жизни горожан.
3. Социально-экономические факторы развития города.
4. Население и трудовые ресурсы.
5. Народнохозяйственная структура и функции города.
6. Внутригородское расселение, или территориальная организация города.

7. Город в системе расселения.
8. Город и окружающая среда.
9. Перспективы развития.

Каждый из разделов плана может быть объектом самостоятельного изучения.

С точки зрения изучения экономико-геоэкологических исследований особое внимание при проведении такого исследования необходимо уделить проблемам развития города и окружающей среды, особенности развития которой тесным образом связаны со всеми предыдущими вопросами изучения города. Для выполнения работы по перечисленному комплексу вопросов необходимо привлечь литературные источники, а также фондовые, архивные, музейные материалы; данные о современном развитии можно получить в статистических организациях, архитектурном и плановом отделах горисполкома, в отраслевых управлениях и ведомствах, непосредственно на предприятиях и в учреждениях города. При этом необходимо воспользоваться такими документальными источниками, как паспорт города, карточка населения города и его занятости, генеральный план, план социально-экономического развития, баланс территории города, схема районной планировки, генеральная схема зеленого строительства, материалы бюро технической инвентаризации и др.

При написании историко-географического очерка необходимо выбрать лишь те события, которые оказали непосредственное влияние на возникновение и развитие города и нашли отражение в современной жизни. Следует объяснить, какие этапы в своем развитии прошел город и в чем особенность каждого этапа. Литературный метод исследования является основным при выполнении данного раздела.

Методический подход к оценке природных условий для развития города и жизни горожан. Главная цель изучения природных условий в данном аспекте – определить, какое влияние оказывают отдельные компоненты природной среды на те или иные элементы хозяйства города и условия жизни горожан. В процессе исследований оцениваются инженерно-геологические, климатические, рекреационные условия, условия водоснабжения, которые оказывают то или иное воздействие на строительство инженерных сооружений, во многом определяют планировку и застройку города, возможности озеленения, создания зон отдыха, расширения городской площадки и т. д. Это влияние можно оценить через стоимостные показатели (дополнительные затраты на строительство и эксплуатацию различных сооружений)

или выразить интегральным показателем в баллах. В любом случае учет и оценка природных условий для целей планировки и застройки – одна из главных задач географического изучения городов.

Оценивая *границы города*, необходимо объяснить, чем обусловлена конфигурация площадки, какие естественные рубежи ее ограничивают, возможен ли рост города вширь, в каком направлении и как могут быть использованы резервные территории. При выборе территории для строительства городской площадки соблюдаются определенные требования; знакомство с ними в соответствующих градостроительных организациях поможет исследователю лучше разобраться в оценке природных условий, выявить те компоненты природной среды, которые ограничивают возможности территориального роста города.

Оценка *рельефа* городской площадки производится с учетом форм, геологического строения, характера грунтов. От их особенностей зависит расположение капитальной застройки, направление уличных магистралей, застройка кварталов и микрорайонов, стоимость уличных инженерных сооружений и условия жизни людей. Особые требования предъявляет городское строительство к прочности залегающих пород (высотные сооружения более надежно создавать на кристаллических, чем на осадочных породах). Геологические и гидрологические условия территории городов оцениваются и для строительства систем подземных коммуникаций. В связи с этим на карте города необходимо выделить зоны по пригодности для застройки, отметив непригодные участки (овраги, рвы, крутые склоны, пески, плывуны, оползни, валуны и т. д.); нужно указать меры борьбы с неблагоприятными явлениями и возможности использования так называемых непригодных земель.

Важно также определить, есть ли в черте города или поблизости месторождения строительных материалов, необходимых для строительства города, топливные и другие природные ресурсы.

Климатические условия имеют большое значение для жизни людей, особенно в плотно заселенных городах. Оцениваются режим солнечной инсоляции, температурный режим, сезонные контрасты погоды, продолжительность сезонов, продолжительность морозного и безморозного периодов, среднегодовые температуры, средние температуры самого теплого и холодного месяцев, относительная влажность воздуха, количество осадков (дождевых, снеговых), количество дней с осадками. На схеме города следует отразить, как учитывается господ-

ствующее направление ветров в формировании промышленных и жилых зон. Зная основные параметры климата в черте города, можно составить климатическую карту. Эти характеристики необходимо увязать с работой ТЭЦ, расходами на топливо, сезонную одежду, дополнительными расходами на коммунальное хозяйство, капитальное дорогостоящее строительство зданий и жилья, сезонность использования открытых спортивных и других сооружений, заболеваемость населения и т.д. Характеристики погодных условий следует учитывать при организации системы теплоснабжения, при затратах труда и средств на уборку снега, полив земель и улиц (потребность в специальных машинах, обслуживающем персонале и др.). Нужно оценить также климатические условия с точки зрения благоприятности для отдыха горожан (создания санаториев, домов отдыха, турбаз в пригородной зоне).

Водоснабжение городов требует больших капитальных вложений на строительство водопроводов, очистных сооружений, систем канализации, акведуков, артезианских скважин, насосных станций, каналов, промышленных водопроводов, оборотных систем и т.д. Поэтому необходимо изучить водный баланс города, сопоставляя средние нормы водопотребления (литров в сутки на человека), количество потребителей, общий объем водопотребления с запасами водных ресурсов, их источниками, на основании чего оценить водообеспеченность, структуру потребления воды и возможные дополнительные источники или пути экономии расхода воды. На карте надо обозначить наличие источников воды, их площадь и ресурсы; следует также определить степень загрязнения водных источников, систему их очистки, затраты, неиспользованные резервы.

Озеленение города оценивается с точки зрения оздоровления окружающей среды и отдыха горожан. Оценка площади и количества насаждений производится исходя из того, что с каждого гектара, занятого деревьями, выделяется в год до 30 кг полезных для человека эфирных масел; 1 га леса за 1 час поглощает углекислый газ, выделяемый за это же время 200 людьми; каждое взрослое дерево поглощает в среднем за год 30 – 40 кг пыли, очищает воздух от выхлопных газов; кроны лиственных деревьев поглощают до 30 % звуковой энергии, зеленый экран снижает шум в среднем на 10 – 13 дБ; температура воздуха среди насаждений может быть на 10 – 12°С ниже, чем в городской застройке.

Зеленые массивы влияют на формирование комфортной среды и отдых горожан, снижают воздействие городского окружения. Поэтому необходимо изучить степень озеленения районов города с учетом плотности застройки, площадь парков, садов, скверов, бульваров; сравнить площади насаждений общего, ограниченного (при жилых домах, учреждениях) и специального пользования (санаторно-защитные зоны, зоны вокруг предприятий, вдоль дорог, линий электропередач и др.). Используя материалы генеральной схемы озеленения, необходимо установить, какие работы ведутся по расширению зеленого строительства и какими резервами располагает город, предложить меры по улучшению системы озеленения с учетом опыта других городов страны или зарубежных стран.

Экологический аспект изучения природных условий предполагает оценку влияния города на окружающую среду.

Под городской окружающей средой понимается среда обитания, комплекс природных условий в пределах города и его зеленой зоны, необходимых для городских жителей и в то же время измененных под влиянием жизнедеятельности города. Органами статистики при помощи системы показателей учитываются воздействие человеческой деятельности на городскую природную среду, изменение качественных характеристик природных компонентов, показателей качества городской среды и контроля за ней. Эти данные можно получить из статистического сборника «Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь», который выпускается Министерством статистики и анализа, городских экологических служб. Для определения воздействия города на окружающую среду необходимо определить источники загрязнения, собрать данные по количеству вредных выбросов. Качество городской окружающей среды определяется показателями загрязнения атмосферы и почвы, показателями шумового загрязнения, показателями загрязнения водных объектов. Важным моментом данного исследования является определение воздействия загрязнения на здоровье населения. В процессе исследования важным моментом также является изучение мер по охране окружающей среды: проведение природоохранных мероприятий технологического, санитарно-технического, планировочного характера и т. п. Экономико-геоэкологический анализ взаимодействия города и окружающей среды обязательно должен включать изучение затрат на охрану окружающей среды: капитальные вложения, затраты на эксплуатацию природоохранных сооружений, затраты на научные и про-

проектные работы в области охраны окружающей среды, затраты на контроль и управление качеством городской окружающей среды.

Анализ народнохозяйственной структуры города и определение его функций. Прежде всего необходимо установить, к какому классу относится город по величине и как изменялся класс города в зависимости от этапов развития. Класс города – это важный интегральный показатель всех сторон его жизни. В зависимости от величины города планируется его дальнейшее развитие: стимулирование роста для малых и средних, ограничение – для крупных городов. От величины города во многом зависит и его хозяйственная структура, выполняемые функции, и как следствие степень воздействия на окружающую среду.

Главным критерием определения народнохозяйственной структуры города является распределение занятого населения между отраслями хозяйства. Выделяются следующие группы занятости населения:

- в сфере индустриального труда (промышленность, строительство, транспорт и связь);
- в сфере распределения и материального обслуживания (торговля, общественное питание, заготовки, материально-техническое снабжение);
- в сфере культурно-бытового обслуживания (жилищно-коммунальное хозяйство, бытовые услуги, просвещение, здравоохранение, искусство, социальное обеспечение, органы управления);
- в сфере науки и образования;
- в сельском и лесном хозяйстве.

По соотношению этих групп можно определить не только отраслевую структуру хозяйства города, но и его функциональный тип.

Например, если установлено, что в данном городе доля занятых в индустриальной сфере и в промышленности выше 60 и 40 % соответственно, то его можно отнести к типу индустриальных центров. Если доля занятых в промышленности не более 30 %, а на транспорте – не менее 20 %, то город относится к типу промышленно-транспортных центров. Как правило, это железнодорожные узлы, морские или речные порты. Город, в котором доля занятых в промышленности не превышает 40 %, а в строительстве – не менее 30 %, как правило, входит в число городов-новостроек. Если показатели занятости в индустриальной сфере, в том числе в промышленности, ниже, а в остальных видах деятельности выше, значит, в нем функциональная доминанта не выражена. Это может быть местный организационно-хозяйственный, торгово-распределительный администра-

тивный центр и местный организующий центр. В отдельный тип выделяются города – оздоровительные центры, где доля занятых в медицинском обслуживании выше 10 %, например центры отдыха и туризма. Многие малые города имеют значительную долю занятых в сельском хозяйстве, их относят к агропромышленным центрам. Крупные города со сложными градообразующими функциями, с высоким и разносторонним уровнем развития относят к типу многофункциональных городов (столичные, областные, межрайонные центры). К ним по экономической структуре близки города переходного типа, но по величине они в подавляющем большинстве относятся к средним или полусредним.

Наиболее правильно функциональный профиль городов может быть охарактеризован при выделении градообразующего контингента, т. е. той части населения, которая занята в градообразующих отраслях хозяйства, определяющих специализацию города. Для того чтобы получить полную экономическую характеристику, следует не только определить функциональный тип города, но и оценить уровень его экономического развития. Для этого необходимо изучить ряд специальных показателей:

- 1) стоимость валовой продукции промышленности в расчете на душу населения;
- 2) стоимость основных промышленно-производственных фондов на душу населения;
- 3) численность промышленно-производственного персонала в расчете на 1000 занятых.

Затем, сравнивая эти показатели с аналогичными составляющими в целом по республике, можно определить уровень экономического развития города (высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий).

В результате, располагая оценкой демографической ситуации в городе и степени использования трудовых ресурсов, можно сделать вывод о том, способствует ли уровень экономического развития и структура улучшению параметров демографической ситуации, сможет ли в будущем этот город выполнять функции экономического и культурного центра определенного региона. Для более глубокого анализа всех отраслей хозяйства города можно воспользоваться методикой экономико-географического изучения отраслей, которая будет изложена ниже.

Изучение территориальной организации городов. Под территориальной организацией города понимается пространственное сочетание элементов городской среды, объединяемых структурами управления. При изучении данного вопроса главное внимание уделяется особенностям планировки и застройки города, характеру использования городских территорий. В процессе исследования необходимо также выявить, как формировались границы города и расширялась его территория, как шло образование и развитие исторического ядра города и его новых производственных и жилых зон; найти отличительные черты внутренних микрорайонов; показать характер размещения системы обслуживания и управления, транспортных и инженерных сетей; оценить дальнейшие возможности роста города; с учетом территориальной организации – степень воздействия на окружающую среду.

По типу планировочной структуры города могут быть центричные, линейные, рассредоточенные; по типу территориальной структуры – компактные, расчлененные, разобщенные. Городская территория по своему функциональному назначению и характеру использования может подразделяться на следующие зоны: селитебную – жилые образования, общественные центры, зоны зеленых насаждений общего пользования, улицы и площади, учреждения, обслуживающие жилые зоны; внеселитебную – территории промышленные и коммунально-складские, внешнего транспорта, санитарно-защитные полосы; внешнюю – территории зон загородного отдыха, подсобных городских хозяйств, питомников и т. д. В процессе исследования необходимо выяснить, соответствует ли градостроительным требованиям их взаимное размещение, как учтены природные факторы (направление ветра, течение рек и т. д.); какова транспортная доступность зон, возможности их перспективного роста.

Анализ развития планировочной и пространственной структуры города следует рассматривать по этапам с учетом влияния экономического развития и экологического воздействия на планировку и застройку города.

На основании полученных результатов проводится функциональное зонирование территории с выделением центра города, жилых зон, производственных зон. Рассматриваются главные структурные черты каждой зоны. При характеристике жилых зон необходимо отметить этапы жилищного строительства, его объем, размеры квартир, формы застройки, этажность, плотность жилого фонда (в квадратных метрах на гектар), плотность населения (человек на гек-

тар или квадратный километр), благоустройство жилого фонда, размещение нового жилищного строительства. При выделении производственных зон, промышленных районов оценивается их размещение, определяются те объекты, которые желательно вынести за пределы города, определяются возможности экономии территории городской площадки.

Характеризуя пространственную организацию городов, необходимо рассмотреть и основные составляющие планировочной структуры города – транспортную, социально-культурную, природно-ландшафтную, композиционно-пространственную, инфраструктурную.

Сеть коммуникаций подразделяется на сооружения и устройства внешнего и внутреннего транспорта. Общим требованием к пространственной организации внешнего транспорта является обеспечение экономичности, создание комфортных условий для людей, соблюдение необходимых режимных параметров работы транспорта, степень выбросов в атмосферу, их концентрация в различных районах города. С этой целью важно произвести дифференциацию уличной сети по функциональному назначению, по направлению движения, по ее роли в структуре города, по степени напряженности движения, дать краткую характеристику видов городского транспорта и их использования.

Следует также дать характеристику сети инженерных коммуникаций (водопроводная сеть, канализация, тепломагистрали, линии связей, газопроводов и др.), системы сбора, удаления и переработки бытовых отходов. Для этого необходимо знать некоторые нормативные показатели по удельным расходам воды, тепла, газа, энергии. Например, суточная норма водопотребления в крупном городе на хозяйственно-питьевые нужды может составлять 400 – 500 и более литров на одного человека. Хозяйственно-питьевое водопотребление включает расходы на холодное и горячее водоснабжение в жилых зданиях, во всем комплексе их обслуживания, а также на поливку территории.

Изучается также территориальная организация сети культурно-бытового обслуживания: предприятия общегородского, районного и местного значения; повседневного, периодического и эпизодического пользования; стандартные и избирательные объекты обслуживания.

Учреждения обслуживания в жилых районах городов размещаются с учетом конкретных радиусов обслуживания. Например, детские ясли-сады, магазины повседневного спроса, приемные пункты

прачечных – до 300 м; школы, универсамы, библиотеки, пункты химчистки – до 500 м. При этом предприятия торговли, общественного питания, культуры, коммунально-бытового обслуживания, спорта размещаются преимущественно в составе общественных центров, вблизи магистралей городского и районного значения; дошкольные и школьные учреждения размещаются вблизи зеленых насаждений, с соблюдением расстояний от магистралей.

С учетом этих особенностей должна проводится оценка социально-культурных элементов инфраструктуры.

Заключительным этапом изучения внутригородского расселения является оценка эффективности и интенсивности использования территориальных ресурсов города. Для этого составляется баланс территории города (в гектарах и процентах), отражающий соотношение застроенных и резервных площадей.

Важно определить, какой путь территориального развития города преобладает: экстенсивный или интенсивный. Экстенсивный путь – это рост города вширь, за счет новых территорий, часто удаленных, с недостаточным благоустройством, отсюда нерациональность и усложнение связей, увеличение затрат времени, сокращение площади ценных пригородных земель, нарушение экологического равновесия в ландшафтах и рекреационных зонах. Интенсивный путь – развитие за счет более рационального использования земель, уплотнение застройки за счет этажности. Эти пути можно сравнить при помощи следующих показателей: площадь застроенной территории (в гектарах), в том числе на 1000 жителей; темпы роста населения и площади города; плотность застройки (человек на 1 га застроенной территории); плотность жилого фонда (квадратных метров общей площади на 1 га селитебной территории); плотность населения (человек на 1 га или 1 км²); этажность, коэффициент использования территории. На основании такого комплексного и всестороннего изучения внутригородского расселения необходимо сделать выводы по каждому разделу и предложить меры и возможные варианты более эффективного и экономного использования городских земель.

Важную роль в экономико-геоэкологическом изучении города имеет изучение не только города, но и пригородной зоны, так как города не могут рассматриваться как изолированная материально-пространственная форма. Они являются составной частью общей системы расселения, вокруг них формируются особые сельско-городские зоны, часто перерастающие в городскую агломерацию.

4.3. Методика географического изучения отрасли промышленности

Цель и задачи исследования. Общие рекомендации. Отрасль промышленности – это совокупность предприятий, сходных по назначению выпускаемой продукции, по использованию сырья, техники и технологии производства, по факторам размещения. Каждая отрасль состоит из совокупности предприятий – первичных, самостоятельных экономических ячеек производства, единиц управления и учета. Общие признаки, свойственные всем отраслям промышленности, позволяют применять единую методику научных исследований различных территориальных сочетаний промышленного производства.

Каждая отрасль имеет не только сложный внутренний состав. В свою очередь, это звено того или иного производственно-территориального сочетания – промышленного объединения, комплекса, узла, района. Поэтому изучение отдельно взятой отрасли необходимо проводить в широком плане для того, чтобы раскрыть всю полноту связей с другими отраслями хозяйства, с потребителями, с окружающей природной средой, сырьевыми и топливно-энергетическими ресурсами. Таким образом, отрасль должна рассматриваться с двух позиций: сквозь «призму» всей промышленности региона и через локальные сочетания разных отраслей на одной и той же территории.

Главная цель экономико-геоэкологического исследования отрасли промышленности заключается в том, чтобы изучить закономерности и специфические особенности территориальной организации отрасли в соответствии с экономическими, техническими и природными условиями конкретной территории, ее воздействие на окружающую среду. Отрасль промышленности – крупный потребитель природных ресурсов, с одной стороны, и главнейший источник загрязнения окружающей природной среды, с другой. Поэтому вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов являются важной экономической, экологической и социальной проблемой.

Исследования отрасли промышленности могут быть локальными, например изучение отрасли в рамках одного города; крупномасштабными (на уровне административного района, промышленного объединения); мелкомасштабными (на уровне страны). В зависимости от этого разными будут источники информации: данные отдельных заводоуправлений, городских, районных, областных отделов промышленности при исполкомах, статистических организаций, министерств и ведомств. Главный источник первичной информации – годовые отчеты

предприятий, объединений, министерств и прилагаемые к ним формы статистической отчетности. Особую ценность представляют полевые исследования «ключевых» предприятий, в процессе которых выявляются особенности технологических процессов, связей и другие черты производства, не учитываемые статистикой. Интересные материалы о составе рабочей силы, географии поставок и сбыта, технологической структуре производства и его экономической характеристике можно получить только непосредственно в отделах самих предприятий: плановом, производственном, кадров, снабжения, сбыта, кооперации.

Экономико-географическая характеристика отрасли отражает основные вопросы, которые необходимо раскрыть в процессе исследования с соответствующей корректировкой в зависимости от поставленной цели. Их последовательность может быть следующей.

1. Место и роль отрасли в системе народного хозяйства, ее значение и влияние на формирование территориальных сочетаний (узла, комплекса).

2. Основные этапы развития отрасли, историческая последовательность образования ее центров.

3. Природные предпосылки развития и территориальной организации. Сырьевые и топливно-энергетические базы, их масштабы, пространственное соотношение, возможности использования. Влияние природных условий на размещение предприятий и условия труда.

4. Экономические предпосылки развития и размещения отрасли. Трудовые ресурсы и материально-техническая база. Роль концентрации, специализации, кооперирования и комбинирования.

5. Факторы территориальной организации производства. Современная география производства. Основные районы, узлы и центры.

6. Структурные особенности отрасли. Ее производственно-технический комплекс, типы предприятий, особенности технологических процессов, специфика внутренних производственных связей.

7. Уровень развития отрасли и эффективность производства.

8. Экономические связи отрасли. География поставок сырья, топлива, энергии, сбыта готовой продукции. Рациональность связей и их перспективы.

9. Экологический аспект хозяйственной деятельности отрасли. Ее влияние на окружающую природную среду и меры охраны.

10. Перспективы развития и территориальной организации отрасли промышленности.

Несмотря на то что в экономико-геоэкологических исследованиях важнейшей целью является экологический аспект деятельности промышленного производства, тем не менее важное значение для понимания основного вопроса играет изучение всех предыдущих вопросов, которые и позволят в полной мере решить основную задачу.

Чтобы определить *место и роль отрасли* в системе народного хозяйства изучаемой территории, необходимо определить ее долю в суммарном производстве валовой продукции региона, в том числе промышленности, а также в стоимости основных производственных фондов; долю отрасли в общей численности занятых, в том числе промышленно-производственного персонала изучаемой территории. Следовательно, исходная информация должна быть общей по всему изучаемому району и конкретно по данной отрасли. Положение отрасли среди других отраслей определяется также степенью ее участия в межрайонном обмене сырьем, топливом, энергией, готовой продукцией. Значение отрасли в межрайонном обмене можно определить при помощи коэффициента межрайонной товарности (отношение вывоза продукции отрасли к общему объему ее производства). По этому показателю можно судить о роли отрасли в специализации района, ее профилирующем или внутрирайонном значении.

Методический подход к оценке природных условий и ресурсов для развития промышленности. Природные условия – исходная среда, в которой происходит освоение ресурсов, строительство промышленных объектов и трудовая деятельность людей. Применительно к промышленному производству природная среда включает инженерно-геологические, климатические условия, условия водоснабжения и др. Природные ресурсы – это тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил могут быть использованы для удовлетворения потребностей человека в форме непосредственного участия в материальном производстве. В промышленности, в частности, используются минерально-сырьевые, топливно-энергетические, водные, лесные и территориальные ресурсы, которые образуют природную основу ее размещения и развития.

Экономическая оценка природных ресурсов предполагает учет влияния их природных свойств на производительность общественного труда. Критерий оценки – сравнительная экономическая эффективность использования данного источника, которая выражается в стоимостных показателях: себестоимость добычи, удельные капитальные

вложения на 1 т добываемого сырья, топлива, производительность труда, сроки окупаемости.

Количественная оценка природных ресурсов имеет три аспекта. Первый связан с различиями в объеме ресурсов и возможными масштабами использования, второй – с продуктивностью, т. е. с выходом полезного продукта на единицу объема ресурса (калорийность; содержание металла, продуктивность лесов и др.). Третий аспект оценки природных ресурсов связан с затратами труда при использовании ресурса в разных условиях (сложность добычи или строительства). Эти три аспекта в конечном итоге приобретают одно экономическое выражение – себестоимость добычи 1 т; удельные капитальные вложения на 1 т.

При экономической оценке важно учесть и географическое положение источника природных ресурсов (удаленность от снабжающих центров, транспортных путей, районов трудовых ресурсов, от потребителя), так как оно влияет на затраты по освоению и использованию.

Обеспеченность отрасли отдельными видами энергоресурсов оценивается как соотношение запасов или источников поступления с фактическим потреблением, которое зависит от энергоемкости производства, т. е. расхода энергии на единицу выпускаемой продукции. Расход сырья и материалов – это материалоемкость производства, которая определяется удельным расходом сырья на единицу готовой продукции и отношением стоимости потребленных материальных оборотных фондов к стоимости валовой или реализованной продукции.

При возрастающей водоемкости промышленного производства, обусловленном увеличением мощностей, развитием химической промышленности и т. д., существенное значение приобретает исследование вопросов водоснабжения, водоемкости производства (расход воды на единицу продукции), объема водопотребления. Особое внимание следует обратить на внедрение повторного и оборотного водоснабжения, на охрану водных источников. Важное место с точки зрения экологических аспектов здесь будет отводиться оценке экономических затрат на подобные мероприятия.

Территориальные ресурсы – первая природная предпосылка, с которой начинается оценка экономической и экологической емкости территории. К строительной площадке предъявляются определенные требования: размеры и возможности роста, благоприятные инженерно-строительные и санитарно-гигиенические условия, направление господствующих ветров.

Инженерно-геологические или рельефно-ландшафтные условия определяются характером рельефа, особенностями грунтов, уровнем стояния грунтовых вод, дренированностью территории, условиями водоснабжения. Если эти условия ухудшаются, увеличиваются затраты на инженерную подготовку территории (создание искусственного рельефа, подсыпка грунта, дренирование поверхности, приспособление техники, сооружение промышленных водоводов и канализационных коллекторов большой протяженности и др.). В результате увеличиваются стоимость строительства и эксплуатационные расходы. Именно это следует учитывать при оценке условий рельефа.

Из компонентов *климата* для промышленности с экологической точки зрения важно учитывать направление ветров. Именно с этим связано формирование определенных промышленных зон в городской черте, которые должны быть удалены от жилых кварталов. Многие предприятия, например приборостроительные, предъявляют особые требования к чистоте воздушного бассейна. При планировании промышленных районов специально исследуется и оценивается вероятность образования смога в условиях температурных инверсий. Влажность воздуха вызывает преждевременный износ зданий и сооружений, вызывает коррозию металла, что грозит различного рода неблагоприятными последствиями.

Исходя из затрат, можно оценить весь комплекс природных условий по степени благоприятности для промышленного развития (неблагоприятные, малоблагоприятные, недостаточно благоприятные, условно благоприятные, благоприятные). Набор компонентов и критериев их оценки меняется в зависимости от экономико-географического «заказа». Например, для предприятий тяжелого машиностроения существенное значение имеет оценка несущих способностей грунтов. Для водоемких предприятий химической промышленности особенно важны условия водоснабжения.

Данные, необходимые для анализа природных условий применительно к конкретной отрасли промышленности, можно получить из специальных карт (топографических, геологических, климатических, ландшафтных), материалов геологических изысканий, местных санэпидемстанций, постов гидрометеослужбы, проектных организаций и районной планировки. Источником информации могут служить и непосредственные наблюдения на местности.

Методический подход к анализу структуры отрасли. Любая отрасль промышленности характеризуется производственно-

техническим единством и многообразием составных элементов. Задача анализа – выявить составляющие звенья технологического процесса, а также сочетания составных частей отраслей, связанные со специализацией и кооперированием.

Специфика экономико-геоэкологического подхода к структуре промышленности состоит в том, чтобы посредством изучения конкретной обстановки определить соответствие сложившихся пропорций внутри отрасли существующим возможностям, выявить «узкие места», отсутствующие звенья, обосновать предстоящие структурные изменения для сохранения или улучшения окружающей среды. Необходимо установить типы предприятий: основные, вспомогательные и сопутствующие производства; составляющие технологической, подетальной или предметной специализации. Важно выявить взаимосвязи между ними, их взаимное расположение, структурные сдвиги. Представив на картосхеме модель отрасли или ее звеньев, можно получить пространственное выражение структурных особенностей, судить о территориальных пропорциях и эффективности расположения предприятий, показать размещение по отношению к ним сырьевых и топливных баз, районов потребления продукции, коммуникаций.

Изучение территориальной организации отрасли. Методика анализа факторов размещения. Территориальная организация промышленности – это система пространственного сопряжения предприятий и производственно-территориальных сочетаний, основанная на рациональном использовании природных, материальных и трудовых ресурсов. Это динамическое состояние, характеризующее размещение производства в соответствии с природными, социальными и экономическими и экологическими условиями отдельных районов.

Главная задача изучения территориальной организации отрасли – выявление особенностей размещения предприятий и других сочетаний, входящих в состав отрасли, объяснение формы размещения, оценка ее рациональности, выработка рекомендаций по дальнейшему совершенствованию размещения промышленного производства.

Экономико-геоэкологический аспект такого рода исследований сводится к анализу и сравнительной оценке факторов, определяющих существующее и возможное формирование тех или иных производственно-территориальных сочетаний с учетом воздействия на окружающую среду. Задача исследования состоит в том, чтобы путем сравнения конкретных экологических и экономических показателей выявить роль каждого из этих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

Алаев Э. Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М. 1983.

Беручашвили Н. П., Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований. М: Изд-во Московского ун-та. 1990.

Дьяконов К. Н., Касимов Н. С., Тикунов В. С. Современные методы географических исследований. М.: Просвещение. 1996.

Жучкова В. К. Организация и методы комплексных физико-географических исследований. М.: Изд-во Московского ун-та, 1977.

Исаченко Г. А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та. 1999.

Как организовать общественный экологический мониторинг. Эколайн: Ecologia. Электронная версия. 1998.

Ковалев А. А., Губин В. Н., Денисова Н. Ю. Геоэкологическое картографирование. Мн.: Беларуская навука. 1998.

Краснов Е. В. Экология и природопользование. Калининград: Изд-во Калининградского ун-та. 1992.

Манак Б. А. Методы экономико-географических исследований. Мн. 1985.

Марцинкевич Г. И., Клицунова Н. К., Мотузко А. Н. Основы ландшафтоведения: Учебное пособие для географ. спец. вузов. Мн.: Высш. шк. 1986.

Мильков Ф. Н. Словарь-справочник по физической географии. М.: Мысль. 1970.

Обуховский Ю. М., Губин В. Н., Марцинкевич Г. И. Аэрокосмические исследования ландшафтов Беларуси. Мн.: Навука і тэхніка. 1994.

Преображенский В. С. Поиск в географии. М.: Просвещение. 1986.

Саушкин Ю. Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М. 1973.

Шимова О. С. Эколого-экономическое регулирование: вопросы методологии и практики переходного периода. Мн. 1998.

Экология и безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л. А. Муравья. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2000.

Экономические основы экологии. СПб. 1995.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Ч А С Т Ь I	
МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	4
1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	4
1.1. Основные понятия научного исследования.....	4
1.2. Методологические основы геоэкологических исследований.....	8
2. МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЭКОЛОГИИ.....	12
2.1. Природные и природно-антропогенные геосистемы как объект исследований.....	12
2.2. Классификация методов физико-географических исследований.....	14
3. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ.....	26
3.1. Ландшафтные методы исследований.....	26
3.2. Организационная схема исследований.....	29
4. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ.....	42
4.1. Ландшафтно-геохимические методы исследований.....	42
4.2. Ландшафтно-геофизические методы исследований.....	46
5. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	49
Ч А С Т Ь II	
МЕТОДЫ ЭКОНОМИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	56
1. РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ...	56
2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ.....	59
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ. МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛА.....	66
4. МЕТОДИКА ЭКОНОМИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	74
4.1. Население как объект исследований.....	74
4.2. Методика географического изучения города.....	81
4.3. Методика географического изучения отрасли промышленности.....	91
ЛИТЕРАТУРА.....	97