

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Понятие мониторинг вошло в научную литературу сравнительно недавно, в начале 70-х гг. Современное значение этого слова можно определить как наблюдение и контроль за изменениями состояния биосферы под влиянием естественных и антропогенных факторов, предупреждение о неблагоприятных для жизни, здоровья и производственной деятельности людей последствий, вызванных этими изменениями.

Система контроля за окружающей средой включает три основных вида деятельности: 1) слежение и контроль – систематические наблюдения за состоянием окружающей среды; 2) прогноз – определение возможных изменений природы под влиянием естественных и антропогенных факторов; 3) управление – мероприятия по регулированию состояния окружающей среды.

Образно экологический мониторинг можно уподобить наблюдениям из норы суслика, с вершины степного кургана и с высоты парящего высоко в небе орла. Не отрицая важности детальных исследований (наблюдения из норы суслика), примем во внимание слова крупнейшего специалиста в области применения аэрокосмических методов изучения и картографирования растительности Б. В. Виноградова о том, что подобно тому, как мышь, бегающая по поверхности персидского ковра, не способна воспринять всю красоту и сложность его рисунка, геоэколог, работающий на земле, не видит целостного узора биогеоценотического покрова больших пространств.

Эту возможность открыли средства дистанционного зондирования, устанавливаемые на самолетах и орбитальных спутниках Земли. Изображения земной поверхности, полученные с различных высот, безгранично расширяют поле зрения исследователя. Аэрокосмические методы дали такой же мощный толчок развитию наук о Земле, как в свое время изобретение микроскопа в биологии.

Отмечаются следующие особенности и достоинства космического мониторинга:

- наблюдаются и регистрируются сведения об обширных пространствах, вплоть до всей видимой в момент съемки части Земного шара; благодаря большой обзорности на снимках видны крупные региональные особенности хозяйственного воздействия на природные ландшафты;

- космоснимки дают однотипную и детальную информацию о труднодоступных районах с такой же точностью, как и для хорошо изученных регионов, что позволяет эффективно применять метод экстраполяции дешифровочных признаков на основе выделения ландшафтов-аналогов;

- мгновенность изображения обширных площадей сводит к минимуму влияние переменных погодных и сезонных факторов; возможность регулярного проведения повторных съемок позволяет выбирать лучшие изображения; по материалам повторных съемок изучается динамика природных процессов;

- комплексный характер информации, содержащейся на космоснимках, позволяет использовать их для изучения сложных процессов взаимодействия общества и природы;

- на снимках с высоким разрешением можно распознать особенности морфологической структуры ландшафтов и техногенных образований. Вместе с тем, благодаря естественной генерализации изображения, на космических снимках отображаются наиболее крупные и существенные элементы географической оболочки и следы антропогенного воздействия (рис. 17.1).

Главной особенностью современного этапа развития дистанционного мониторинга являются разработка и использование новых технических средств сбора и обработки информации. Геоэкологический мониторинг в силу большого объема и сложности задач обработки данных должен опираться на эффективные технологии. В настоящее время они связываются с разработкой и внедрением разного рода географических информационных систем (ГИС), в том числе интегрированных ГИС, синтезирующих методы обработки традиционных ГИС с методами дистанционного зондирования.

17.1. ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРО-КОСМОСНИМКОВ

Дистанционные изображения земной поверхности (аэро-космоснимки) предстают перед глазами исследователя в непривычных

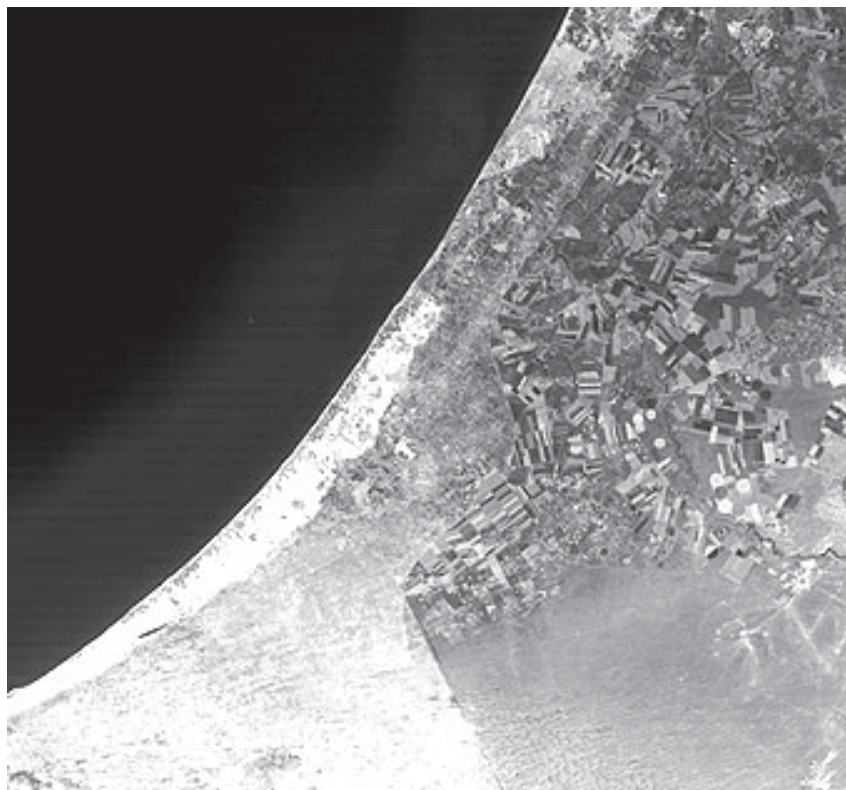


Рис. 17.1. Космический снимок, отображающий пограничные территории
Израиля и Египта

Граница между государствами четко прослеживается благодаря интенсивному использованию земель в Израиле и преимущественно пустынному облику ландшафта на Синайском полуострове

масштабе, проекции и цвете. Чтобы использовать снимки для изучения и картографирования состояния окружающей среды, необходимо научиться их дешифровать. Полноценные геоэкологические исследования должны основываться на использовании материалов аэрофотосъемки и космических снимков высокого разрешения.

Дешифрирование – процесс распознавания объектов по их изображениям, определения качественных и количественных характеристик этих объектов, изучения

ландшафтообразующей и экологической роли различных факторов.

Технологическая схема дешифрирования включает сбор аналитических данных о компонентах природы, видах хозяйственной деятельности и их типизацию; выявление и типизацию природно-территориальных комплексов и природно-хозяйственных систем (рис. 17.2).

Применяется предметное и логическое дешифрирование. Первое выполняется путем сравнения изображений и объектов в натуре. Последние опознаются по прямым дешифровочным признакам: по форме, размеру, тону, рисунку и структуре изображения. Второе основано на использовании закономерных взаимосвязей компонентов ландшафта. Через характеристику объектов, непосредственно изображенных на снимках, логическим путем делают заключение о наличии и свойствах объектов и явлений, которые скрыты, но связаны с первыми закономерными связями. Наблюдаемые объекты, по которым дешифрируются другие компоненты ландшафта, называются индикаторами, а сам метод – *ландшафтным методом дешифрирования*.

Опыт показал, что наиболее продуктивно дешифрирование в том случае, если к интерпретации изображений подходят не аналитически, исходя из индикаторных способностей отдельных компонентов природы, а системно, основываясь на индикаторных свойствах ландшафтно-экологических комплексов в целом. Существует закономерная связь тектонического строения, типов и форм рельефа, литологии поверхностных отложений, растительности и животного мира, видов хозяйственной деятельности с ландшафтами и морфологическими ПТК.

Дешифрирование осуществляется по общепринятой схеме: предварительное дешифрирование → полевые исследования → камеральное дешифрирование → контроль. На первом этапе на снимках выделяются основные типы рисунков и создается контурная основа. В полевых исследованиях используется метод изучения ключевых участков и проведения ландшафтных профилей.

Работа на ключевых участках. В основу составления геоэкологических карт кладется процесс поконтурного дешифрирования. Важным показателем кондиционности карт является число клю-

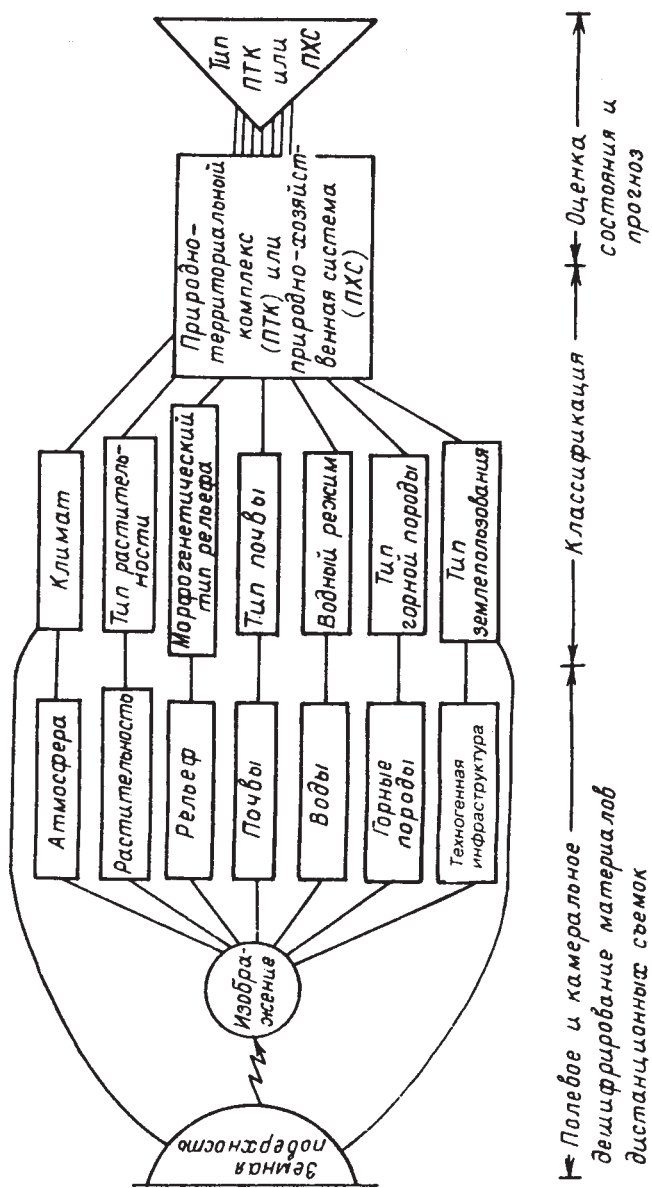


Рис. 17.2. Технологическая схема дешифрирования дистанционных изображений

чевых участков, отношение занятой ими площади к общей площади съемки, а также число и протяженность ландшафтных профилей.

Метод ключей основан на типологических свойствах ПТК. Благодаря ключам сокращается объем работ: исследователю нет необходимости задерживаться на описании каждого контура, если по ряду признаков его можно отнести к уже известному типу. Описание ведется по полной программе геоэкологических исследований. Выявляются индикаторы. В дальнейшем такие признаки, как элементы геологического строения, формы рельефа, растительность, позволяют узнавать однотипные природные комплексы и экстраполировать на них характеристики, полученные на ключах.

Составление комплексных профилей. Главным методом полевого дешифрирования является комплексное ландшафтно-экологическое профилирование. Работу проводят по маршрутам, приуроченным к линиям сопряженной смены ПТК, и связывают природу местности с характером изображения. Основу составляет гипсометрический профиль (как правило, он направлен вкост горизонталей). Условными знаками на профиле показываются: четвертичные отложения, почвы и растительность. Вертикальными линиями обозначаются границы ПТК. В зависимости от масштаба съемки рекомендуется проводить профили следующих типов.

Ландшафтные профили эколого-топологической размерности прокладывают во время крупномасштабных исследований. Длина профилей колеблется от единиц до сотен метров. С помощью крупномасштабных аэрофотоснимков выбирают место и направление профиля. В полевых исследованиях выполняется полная программа биогеоценотических описаний.

Ландшафтные профили региональной размерности пересекают изображение ландшафта в наиболее характерном направлении. Длина профиля может достигать нескольких километров. Точки наблюдения закладывают, как правило, в местах, со специфичным изображением, а также на характерных перегибах рельефа, на границах и в центре ПТК. Все эти точки наносятся на фотосхему, карту и профиль (рис. 17.3).

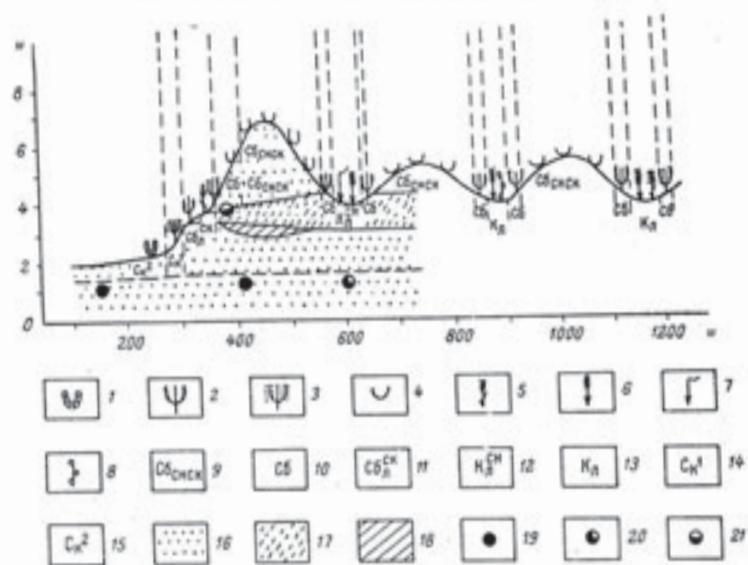
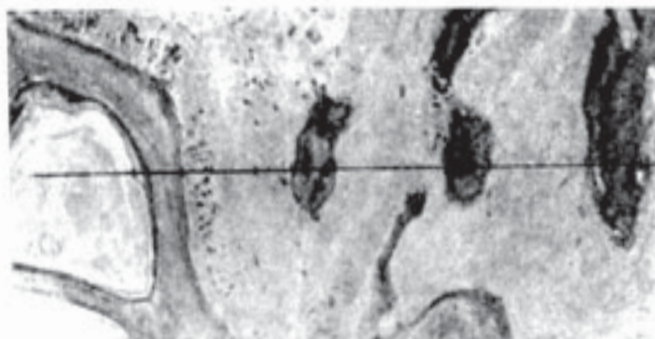


Рис. 17.3. Ландшафтный профиль полупустынного ландшафта Прикаспийской низменности, по Б. В. Виноградову:

Р а с т и т е л ь н о с т ь: 1 – *Halocnemum strobilaceum*; 2 – *Artemisia lercheana*; 3 – *A. monogyna*; 4 – *Anabasis salsa*; 5 – *Agropyrum repens*; 6 – *A. pectiniforme*; 7 – *Stipa capillata*, 8 – *Herbae xeromesophyticae*.
П о ч в ы: 9 – серо-бурые солонцевато-солончаковатые; 10 – серо-бурые; 11 – серо-бурые луговые солончаковатые; 12 – лугово-каштановые солонцеватые; 13 – лугово-каштановые; 14 – солончаки пухлые; 15 – солончаки мокрые и корковые. Г р у н т ы: 16 – пески и супеси; 17 – суглинки; 18 – глины. Г р у н т о в ы е в о д ы и в е р д о в о д к а: 19 – сильноминерализованные; 20 – среднеминерализованные; 21 – слабоминерализованные

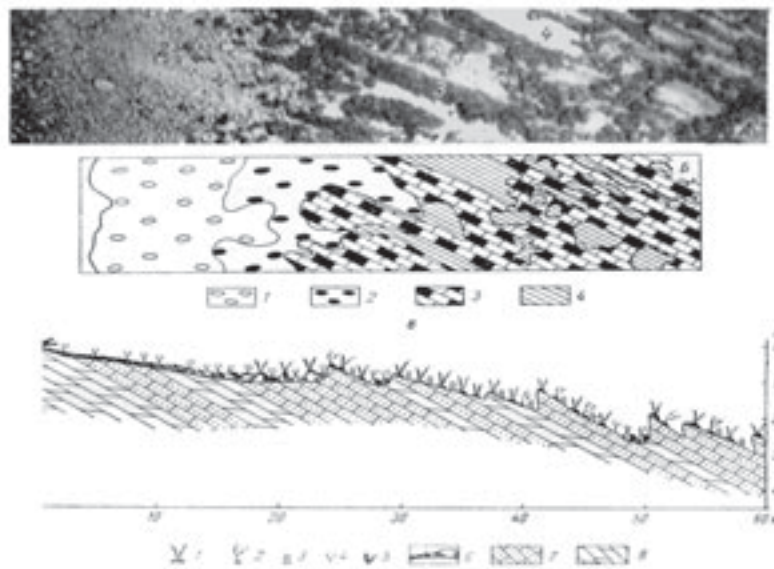
На ключевых точках описания проводятся по полной программе, на промежуточных – по сокращенной. Контуры ПТК между съемочными маршрутами (профилями) и точками наблюдений проводятся методами экстраполяции и интерполяции.

Эталонные изображения и экстраполяция дешифровочных признаков. Перед эталонированием стоит задача отобразить наиболее существенные черты ландшафтно-экологической структуры исследуемой территории.

Следует учитывать многоцелевую направленность эталонов: один и тот же образец изображения может использоваться для характеристики как биотических, так и абиотических компонентов ПТК. Применяются следующие взаимно дополняющие формы эталонов.

Элементарные эталоны – вырезки из снимков, характеризующие изображение четко выделяющихся объектов и явлений. Они систематизируются в виде тематических таблиц и могут располагаться в порядке, отражающем классификационные подразделения структурных единиц ландшафта. Элементарные эталоны оформляются в виде легенды и прикладываются к материалам съемки.

Эталонный профиль представляет собой полосу изображения, на которой отобразилось характерное сочетание сопряженных природных комплексов. Ему сопутствует детальный ландшафтный профиль (рис. 17.4).



Значение эталонов состоит в том, что с их помощью осуществляется камеральное дешифрирование дистанционных изображений новых, не посещенных территорий методом экстраполяции. Достоверность экстраполяции определяется контрольными проверками.

Внутриконтурная экстраполяция применяется в пределах одного контура изображения. Размер ключевого участка меньше площади всего контура. Этот вид экстраполяции применяется для дешифрирования и оконтуривания отдельных ПТК.

Внутривластьная экстраполяция осуществляется путем переноса дешифровочных признаков с изученного контура на контуры однотипных природных комплексов. Для этого выбирается наиболее характерный рисунок какого-либо объекта, в его пределах закладывается ключевой участок и разрабатываются дешифровочные признаки. Ареал экстраполяции ограничивается границами одного ландшафта.

Рис. 17.4. Аэрофотографический эталонный профиль. Черное море, Приноворооссийский подводный ландшафт, пояс скал. Летний аспект. Масштаб 1 : 500

А – аэрофотоизображение: 1 – скопление галечниково-валунного материала; 2 – скопление валунов и глыб, обросших бурыми водорослями (*Dilophus repens*, *Cystoseira barbata* var. *flaccida*); 3, 4 – абразионно скульптурная площадка (бенч), выработанная во флишевых отложениях мелового возраста: пласты песчаников образуют гряды (3), густо обросшие бурой водорослью (*Cystoseira barbata* var. *flaccida*) и межгрядовые понижения (4), приуроченные к пластам мергелей, обросшие бурой водорослью (*Dilophus repens*). *Б* – фрагмент ландшафтной карты (в рамках аэрофотографического профиля): 1 – фация скоплений галечниково-валунного материала; 2 – фация валунов и глыб, обросших бурыми водорослями (*Dilophus repens*, *Cystoseira barbata* var. *flaccida*); 3, 4 – комплекс фаций, открытых прибою скал в пределах верхней сублиторали: а – гряды, образованные песчаниками и густо обросшие бурыми водорослями (*Cystoseira barbata* var. *flaccida*) и др., 4 – межгрядовые понижения, приуроченные к пластам мергелей, обросшие бурой водорослью (*Dilophus repens*). *В* – ландшафтный профиль. Подводная растительность: 1 – *Cystoseira barbata* var. *flaccida*, 2 – *Cystoseira barbata*, 3 – *Corallina mediterranea*, 4 – *Dilophus repens*, 5 – *Enteromorpha intestinalis*. Грунты: 6 – галька, валуны, глыбы, 7, 8 – флишевые отложения мелового возраста (7 – пласты песчаников, 8 – пласты мергелей)

Межландшафтная экстраполяция осуществляется путем выявления однотипных контуров в ландшафтах-аналогах. Ареал экстраполяции связан с рубежами физико-географического районирования. Достоверность экстраполяции тем выше, чем ближе в классификационной системе и в сетке районирования лежат ландшафты-аналоги.

17.2. КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА

Картографическая форма обобщения собранной информации составляет основу любых географических исследований. Объектом геоэкологического картографирования являются элементы геосистем, экосистем и социально-производственных систем, их взаимосвязь и динамика. Учитывая комплексный характер исследований, наиболее продуктивным представляется путь аэрокосмического мониторинга состояния окружающей среды и создания геоэкологических атласов.

Итогом геоэкологических исследований являются карты, в названии которых часто присутствует слово “экологическая”. Однако строгие критерии нового вида тематических работ до сих пор не определены. Учитывая важность картографического метода в комплексе геоэкологических исследований, попытаемся сформулировать требования, совокупность которых приближает нас к пониманию предмета и задач геоэкологического картографирования.

Первое требование – *биоцентризм*. Экологическими могут называться только такие карты, на которых показано состояние биоты. Другие факторы окружающей среды показываются на них лишь в том объеме, который необходим для характеристики условий обитания организмов, в том числе и человека. Объектом экологического картографирования часто является растительность. Фитоэкологические карты наиболее полно отражают связи растительности с условиями обитания и могут использоваться для индикации параметров окружающей среды.

Второе требование – *антропоцентризм*. Человечество – часть биоты, но часть, обладающая отличительными чертами, играющая особую роль в жизни географической оболочки в фазе техногенеза. Геоэкология рассматривает человека, население, человечество не только в качестве источника разрушения природы, но и

жертвы воздействия как неизменной (стихийные процессы, бедствия), так и в особенности изменяемой им же самим природы.

Третье требование – *факторность*. В комплект геоэкологических карт входят специальные карты, на которых показывается состояние отдельных компонентов окружающей среды – литогенной основы, рельефа, почвенного покрова, поверхностных и подземных вод, атмосферы, техногенного покрова и источников загрязнения, геохимических условий и др. Биота на этих картах зачастую не показывается. Строго говоря, такие карты не являются экологическими. Это особый класс карт состояния окружающей среды.

Четвертое требование – *оценочность* и *прогнозность*. В задачи геоэкологических исследований обязательно входит оценка современного состояния ландшафтов, отдельных компонентов природы и прогноз динамики окружающей среды: в хорошем или плохом состоянии она находится, в благоприятном или неблагоприятном направлении изменяется.

Пятое требование – *системность*. В ландшафтах (геосистемах), природно-хозяйственных системах заложено свойство эмерджентности. Покомпонентный анализ состояния окружающей среды сам по себе недостаточен для оценки состояния и прогнозирования поведения геосистемы в целом. Целое – больше суммы своих частей. При системном подходе основой критериев оценки геоэкологических параметров служат изменения морфологической и генетической целостности ландшафта, степень сохранности его природного и ресурсного потенциала, изменения качества условий жизни населения.

17.3. СОДЕРЖАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА

Геоэкологическим атласом будем называть собрание карт, представляющее собой целостное произведение. Он включает в себя систему органически увязанных и друг друга дополняющих карт; систему, обусловленную назначением и особенностями использования атласа.

Геоэкологические атласы предоставляют наибольшие возможности для системного картографирования процессов экологической дестабилизации ландшафтов и опустошения земель отдельных регионов России. С этой целью в атласы включают карты ландшафтов

и природно-хозяйственных систем, состояния отдельных компонентов окружающей среды и техногенного покрова в их взаимосвязи и динамике.

17.3.1. Карты ландшафтов и природно-хозяйственных систем

Согласно требованию системности геоэкологические карты строятся на основе ландшафтных карт. Единицами картирования являются морфологические единицы ландшафта и природно-хозяйственные системы. В своем первоначальном виде – это общенаучные ландшафтные карты. А. Г. Исаченко называет их констатационными.

К числу констатационных относятся карты современного состояния ландшафтов и распределения земельного фонда. На них изображаются контуры ПТК, находящиеся в разной степени антропогенной деструкции и разные типы использования земель. При характеристике распределения земельного фонда на картах выделяются территории, занятые под сельскохозяйственные угодья, лесной фонд, водный фонд, территории городов и населенных пунктов, промышленных комплексов, транспортные магистрали, зоны рекреации и заповедные территории, а также участки, не используемые в хозяйстве, еще не освоенные или непригодные для освоения.

Благоприятное состояние окружающей среды поддерживается, как правило, в районах с ненарушенной структурой природных ландшафтов. Целостность ландшафтов определяется сформировавшимся в результате естественного развития территории составом морфологических природно-территориальных комплексов (см. гл.16). Ландшафты с ненарушенной структурой обладают устойчивым природным потенциалом, т. е. способны преобразовывать определенные потоки вещества, энергии и информации. Это позволяет сохранять связи между элементами природной системы и с окружающей средой.

Изменение структуры ландшафтов под воздействием антропогенной деятельности ведет, прежде всего, к трансформации растительного покрова, снижению природного потенциала ландшафта в целом. Уничтожение естественной растительности и замена ее на производные сообщества или техногенный покров является одним

из главных показателей ухудшения экологического состояния окружающей среды. Ландшафты теряют устойчивость, способность к самовосстановлению.

17.3.2. Карты растительного покрова

Требование биоцентризма на геоэкологических картах, как правило, удовлетворяется показом состава и состояния растительного покрова.

Объектом картирования является все разнообразие растительных сообществ – естественных, естественно-антропогенных, синантропных сообществ сорной растительности, агроценозов – и динамические серии или разные стадии восстановления коренной растительности. Особенность отображения растительного покрова на геоэкологических картах состоит в том, что растительность картируется не сама по себе, а как элемент ландшафтной структуры (растительность фаций, урочищ, местностей и т. п.), или как элемент природно-хозяйственных территориальных систем – растительность контура городской застройки или растительность природно-хозяйственного массива (промышленной зоны, жилого массива, городского парка и др.).

Установленные зависимости между растительным покровом и другими компонентами географической среды, позволяют использовать растительность в качестве индикатора природных условий и состояния окружающей среды при экологической оценке сельскохозяйственных земель, мелиорации, дорожном строительстве и т. п. Исследование названных связей растительности одновременно необходимо для прогнозирования изменений в растительном покрове, происходящих при освоении новых территорий, а также при преобразовании природы. Успешное развитие этого направления, включающего картографирование с показом всех возможных проявлений динамики растительных группировок, привело к тому, что геоботанический прогноз стал неотъемлемой составной частью проектной документации при сооружении гидроэлектростанций, промышленных узлов, районных планировок, гидромелиоративных сооружений и т. п.

Серия геоботанических карт, составляемых в процессе геоэкологического картирования, включает карты по лесоустройству, паспортизации сенокосов и пастбищ, и т. п. По картам растительности

может оцениваться ее влияние на сток и водный баланс, эрозию почв, санитарно-гигиенические условия ландшафта, состояние генофонда, рекреационные, эстетические условия территории и др.

Чем крупнее масштаб, тем больше возможностей показать на карте низшие единицы классификации растительности - группы ассоциаций или даже ассоциации. Составление по возможности детального списка растительных ассоциаций исследуемой территории - одна из важнейших задач при геоэкологическом картографировании.

Закономерности распределения фитоценозов, соотношения между характером растительного покрова и условиями обитания познаются с помощью экотопологических профилей. Метод профилей позволяет представить конкретные сообщества в их пространственной сопряженности друг с другом и меняющимися условиями среды. Таким образом, раскрываются закономерности распределения сообществ в их связи с ландшафтной структурой территории (см. раздел 17.2).

Для документального обоснования работы требуется наличие конкретных геоботанических описаний с указанием их места на карте. Эти данные представляют большую ценность для выявления пространственно-временных смен растительности в связи с изменениями состояния окружающей среды.

На основе закономерностей, выявленных с помощью экотопологических профилей, составляются обобщенные экологические ряды растительности, т. е. некоторые абстрактные схемы, отражающие характерную для данного ландшафта смену фитоценозов под влиянием направленного изменения интенсивности какого-либо одного комплекса экологических факторов: режима увлажнения, богатства почв, освещения, теплообеспечения и т. д.

17.3.3. Карты литогенной основы ландшафта

Литогенную основу ландшафта следует выделять из общей совокупности свойств земной коры. В это понятие включается только то, что оказывает влияние на формирование и дифференциацию ПТК. Предлагается различать понятия “литогенная основа” и “геологический субстрат”. Та часть земной коры, которая оказывает влияние на формирование и дифференциацию ПТК данного ранга -

это литогенная основа, а все то, что находится глубже - геологический субстрат.

При проведении нижней границы литогенной основы исходят из того, оказывает земная кора на данной глубине влияние на процессы, протекающие на поверхности, где формируются ПТК данного ранга или нет. В большинстве случаев нижняя граница литогенной основы фаций не опускается глубже первых метров. Она охватывает почвообразующий горизонт, кору выветривания и обычно не опускается ниже первого водоупорного горизонта. Нижняя граница литогенной основы урочищ проходит на глубине нескольких десятков метров и обусловлена мощностью стратиграфического комплекса, обнажающегося на дневной поверхности. Литогенная основа ландшафта имеет глубину в сотни метров и связана с мощностью верхнего структурного яруса.

Последние годы концепция геологической экологии (геоэкологии) получила широкое развитие в геологических ведомствах России. В данном случае в это понятие вкладывается не географическое, а геологическое содержание. Согласно нормативным документам геоэкология является разделом геологии, изучающим геологическую среду (ГС) как компоненту экосистем в природных и техногенных условиях, а также среду обитания человека. ГС представляет собой абиотическую основу ландшафта, которая в значительной степени предопределяет экологическое состояние и развитие территории. Основными объектами геоэкологических исследований являются горные породы, почвы, подземные и поверхностные воды, геохимические, геодинамические и другие современные геологические процессы, а также геолого-техногенные системы, влияющие на состояние и параметры ГС.

При разработке рекомендаций по проведению среднемасштабного геолого-экологического картографирования в качестве объекта картирования выделяют геоэкологический комплекс, который представляет собой территорию с общими ландшафтными особенностями (рельефом, геологическим строением, климатом, почвенно-растительным покровом) и одинаковой экологической обстановкой, сформировавшейся в результате однотипного антропогенного воздействия. В качестве типовых единиц среднемасштабного картографирования используются геолого-экологические комплексы на уровне

урочищ. Наиболее надежно выделение урочищ по характеру литогенной основы.

Горные породы - коренные и покровные - оцениваются прежде всего как почвообразующие, а также с позиции инженерной геологии как грунты. Отмечаются минералогические особенности пород, определяющие богатство и бедность почв, их физико-химические свойства, влияние на структуру растительного покрова, контуры сельскохозяйственных угодий. К геоэкологическим факторам состояния окружающей среды относится также прочность, деформируемость, однородность разреза грунтовой толщи по вертикали, коэффициент неоднородности грунтов по площади. Геологическая нагрузка геоэкологических карт позволяет дать генетическую интерпретацию рельефа, характеристику физико-химических свойств коренных пород и рыхлых отложений, определить их возраст.

На фоне общего перечня развитых на данной территории геологических процессов выделяются наиболее интенсивные и опасные. Приоритетными для учета экологического состояния геологической среды могут быть локально развитые процессы, имеющие катастрофический характер. Особое внимание обращается на нарушения литогенной основы, вызванные развитием производства, провоцирующего усиление гидродинамических, гравитационных, криогенных и геохимических процессов - это эрозия, абразия, оползни, суффозия, карст, термокарст, сели, солифлюкция.

При среднемасштабном картографировании оценка состояния геологической среды дается по четырех балльной системе: удовлетворительная, напряженная (предкризисная), плохая, катастрофическая. Предлагаются рекомендации по предупреждению опасных геологических явлений и рекультивации земель на месте горных разработок.

17.3.4. Карты метеорологических процессов и состояния воздушной среды

В качестве экологических факторов, оказывающих воздействие на биоту, в том числе на сельскохозяйственное производство, выступают следующие метеорологические процессы (их показывают на специальных агроклиматических картах): длительность безморозного периода, количество атмосферных осадков и их распределение

по сезонам года, неблагоприятные атмосферные явления (ветровая эрозия, атмосферная засуха и т. п.) степень континентальности и засушливости климата. Большое внимание следует уделять картированию микроклиматических особенностей отдельных местоположений. Как известно, экологический эффект микроклимата склонов северной и южной экспедиции, низин и водоразделов, аналогичен сдвигу местообитаний на сотни километров к югу или к северу.

Состояние воздушной среды оценивается также по содержанию в ней вредных выбросов: пылевых и газовых. Исходя из розы ветров и режима других метеорологических элементов, определяются закономерности переноса выбросов и формирования геохимических аномалий.

Последовательность решения задач картирования загрязнения воздушного бассейна должна быть следующей: 1) выявление всех источников атмосферных выбросов, определение их мощностей, структуры, динамики; 2) определение границ разброса отдельных элементов от каждого источника; 3) проведение районирования территории по уровню атмосферного загрязнения; 4) выявление ореолов (геохимических аномалий) повышенной опасности для здоровья населения и их распространение по степени опасности.

17.3.5. Карты гидрогеологических условий

Подземные воды - ценное полезное ископаемое, природный феномен, являющийся составной частью геологической среды и среды обитания человека. От других полезных ископаемых они отличаются тем, что возобновляются как естественным путем, так и с помощью искусственного пополнения.

В отличие от поверхностных подземные воды экологически более чистые и в значительно большей степени защищены от загрязнения. В связи с непрерывно возрастающей урбанизацией, интенсивным загрязнением рек и озер подземные воды становятся едва ли не единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, охрана которого от загрязнения и истощения имеет стратегическое значение.

При изучении и картографировании гидрогеологической среды оценивается влияние на экологическую обстановку глубины и естественной защищенности основных водоносных горизонтов; водообес-

печенность территории на определенную перспективу; возможность влияния водосбора на окружающую среду. Определяются показатели карбонатного равновесия (HCO_3 , Ca; CO_2), сульфатной агрессивности (SO_4), бытового загрязнения (NO_2 , NO_3), промышленного и бытового загрязнения (C1); микроэлементы -цинк, медь, бериллий, рубидий, стронций, никель, мышьяк, молибден и др. Фиксируются интегральные показатели изменения гидрохимических условий: общая минерализация, тепловое загрязнение, pH, органические вещества.

Фиксируется изменение почвенно-гидрологического режима территории в результате гидротехнического строительства и мелиорации: усиление поверхностного и внутрипочвенного стока, истощение грунтовых вод и падение их уровня или, напротив, повышение уровня грунтовых вод и подтопление земель.

Большой интерес для геоэколога представляет картирование водосборных бассейнов и выделение элементарных водосборов, установление иерархии бассейнов. Бассейн при этом рассматривается как функционирующая открытая система, оказывающая влияние на перераспределение таких экологических факторов как микроклимат, распределение и движение поверхностных и подземных вод, развитие явлений эрозии (смыв, размыв).

17.3.6. Карты почвенного покрова

Почвы, используя метафору В. В. Докучаева, можно назвать зеркалом, отражающим состояние ландшафта. Особое значение картирование состояния почв имеет потому, что почвы - главное средство сельскохозяйственного производства.

В процессе геоэкологического картографирования особое внимание обращается на негативные процессы, ведущие к деградации почвы, и выработку рекомендаций по сохранению и воспроизводству земельного фонда. Выделяются земли, особенно остро нуждающиеся в защите и рациональном землепользовании - это эрозионно- и дефляционноопасные земли, земли с осушенными торфяными и минеральными почвами, орошаемые почвы, почвы нуждающиеся в улучшении - кислые, засоленные, солонцовые и т. п.; земли с экстремальными природными условиями - высокогорные, мерзлотные, ватты, марши и т. п., земли техногенного и радиоактивного загрязнения.

Пользуясь стандартными шкалами, определяют богатство почв: особенно бедные (олиготрофные) почвы, бедные почвы, небогатые (мезотрофные) почвы, довольно богатые почвы, богатые почвы; степени засоленности почв: слабо солончаковые почвы, средне солончаковые почвы, сильно солончаковые почвы, резко солончаковые почвы, злостно солончаковые почвы (шоровые).

Геоэкологические карты должны отражать состояние почв: устойчивость к водному и ветровому потоку, гидродинамическим, гравитационным, криогенным и другим процессам; интенсивность процессов накопления или потерь гумуса; разрушение почв при их обработке сельскохозяйственной техникой.

Оценивается взаимосвязь между гидрохимическим составом грунтовых вод и интенсивностью засоления почв. Дается оценка отрицательных экологических последствий интенсивной химизации агроландшафтов. Для нарушенных земель отмечаются возможности их рекультивации, определяется содержание загрязняющих веществ в почвах и подстилающих породах, определяется пригодность вскрышных и вмещающихся пород, а также искусственных субстратов для обычных видов рекультивации, рекомендуются дозы и состав удобрений, нормы полива и т. п.

17.3.7. Карты техногенного покрова и источников загрязнения

Техногенные объекты, которые наносятся на карту группируют следующим образом.

1. Земли, насыщенные техническими сооружениями:

Города (по численности населения в тыс. жителей):

Индустриальные 1 уровня;

Индустриальные 2 уровня;

Непромышленные

Пригородные зоны

Ареалы геологических разведок и разработок минерального сырья

Основные транспортные коридоры

Крупные ГЭС

АЭС

II. Возделываемые земли:

Орошаемые (основные массивы)

Осушенные (основные массивы)

Пахотные:

Интенсивно обрабатываемая пашня;

Богарная пашня;

Долинные комплексы с пашней

Многолетние культурные насаждения:

Плантации;

Сады;

Парки

III. Земли, используемые в естественном виде:

Лесопромышленные:

Ареалы интенсивных рубок;

Лесные, используемые без ограничений (леса III группы);

Лесные, используемых ограниченно (леса II группы)

Пастбищные

Природно-рекреационные.

Охотничье-промысловые.

Природоохранные (заповедники, леса I группы).

IV. Земли неиспользуемые.

V. Водопокрываемые земли (реки, озера, водохранилища).

Хозяйственная деятельность включает следующие виды техногенного воздействия на окружающую среду, которые находят отображение на картах.

Земледелие и животноводство: изменение условий поверхностного стока и инфильтрации атмосферных осадков, загрязнение продуктами химизации (ядохимикатами и удобрениями), активизация экзогенных геологических процессов (эрозии, дефляции, оврагообразования, плоскостного смыва почв).

Животноводческие комплексы: интенсивное загрязнение почв, поверхностных и подземных вод.

Лесное хозяйство: активизация экзогенных геологических процессов, ухудшение условий питания подземных вод.

Мелиорация (осушение): понижение уровня грунтовых вод, ухудшение условий увлажнения почв.

Мелиорация (орошение): повышение уровня грунтовых вод, заболачивание, засоление, активизация эрозии или аккумуляции.

Добыча полезных ископаемых: шахты – понижение уровня подземных вод, накопление масс техногенных грунтов (терриконы, отвалы), проседание и провалы земной поверхности, загрязнение поверхностных и подземных вод.

Карьеры: понижение уровня подземных вод, накопление масс техногенных грунтов, загрязнение поверхностных и подземных вод.

Промышленность и жилые массивы: загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почв, активизация экзогенных геологических процессов, уничтожение естественного растительного покрова и животного мира.

Рекреация: обеднение растительного и животного мира, уплотнение и загрязнение почв, изменение их физико-химических свойств, ухудшение водного режима.

Мощные источники техногенного загрязнения концентрируются в пределах урбанизированных территорий, в пределах которых формируются техногенные аномалии разного размера и интенсивности. По масштабам проявления они образуют следующий ряд: региональное геохимическое поле – региональный узел загрязнения – очаг загрязнения – техногенный ореол рассеяния. Аномалии каждого предыдущего уровня являются деталями структуры последующего.

По геометрической форме и размерам источники техногенного воздействия могут быть точечными, линейными, площадными. По времени действия – постоянные, периодические, временные. По положению относительно поверхности Земли – наземные, подземные и надземные.

Физическое техногенное воздействие приводит к повышению уровня физических полей – температурного, электромагнитного, электрического, звуковых и механических колебаний, давления – выше допустимых пределов. Химическое воздействие – это воздействие техногенных потоков вещества, образуемых в результате технической и коммунально-бытовой деятельности, а также при рассеянии продуктов химизации сельского хозяйства.

Химическое воздействие можно разделить на подвиды: газовые, пылевые выбросы, твердые отходы, сточные воды, поверхностный сток. В перечне загрязняющих веществ приоритетные места

занимают хлор-органические пестициды, полициклические ароматические углеводороды с индикатором этой группы канцерогенным бензопиреном, а также тяжелые металлы и радиоактивные вещества.

Опасность загрязнения территории с компактным проживанием населения химическими элементами, в частности металлами, связана с их широким распространением и токсичным воздействием на живые организмы. Металлы способны накапливаться в живых организмах, вследствие выполняемой ими концентрационной функции, что усиливает их отрицательное воздействие. По классам опасности вещества, попадающие в окружающую среду, распределяются следующим образом: I - мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор; II - бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром; III - барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Биологическое воздействие оказывают источники, которые поставляют в окружающую среду патогенные микроорганизмы. К источниками биологического загрязнения вблизи городов относятся поля орошения, отстойники, сеть канализации, бытовые и промышленные свалки, кладбища. Источниками биологического загрязнения являются все предприятия пищевой промышленности. Биологическое загрязнение оказывают предприятия микробиологической промышленности, в частности, по производству микробного белка из углеводов нефти. Назовем также предприятия целлюлозно-бумажные, нефтеперерабатывающие, текстильные, кожевенные и др.

17.3.8. Карты геохимического загрязнения

Основным объектом являются разномасштабные аномалии содержания химических элементов и их соединений, которые формируются за счет природных и антропогенных факторов. В антропогенных аномалиях источник химических загрязнений расположен чаще всего на дневной поверхности или выше нее. Транспортировка загрязняющих веществ связана с атмосферными процессами, сточными водами, транспортными магистралями, продуктопроводами, химизацией сельского хозяйства.

Принципиальные возможности использования геохимических методов для изучения и картографирования загрязнения окружающей среды основаны на корреляционных связях распределения хи-

мических элементов в цепи: источник загрязнения - транспортирующие и главные жизнеобеспечивающие среды (вода, воздух) - депонирующие среды (почва, снеговой покров, донные отложения водоемов).

Комплекс эколого-геохимических работ включает исследования приземного атмосферного воздуха, пылевых выпадений, почв, растительности и донных отложений, оценку влияния техногенной нагрузки на состояние здоровья человека.

Общая схема эколого-геохимического картирования включает четыре этапа. Каждый этап отвечает определенному типу и размеру изучаемых аномалий, масштабу карт.

На первом этапе выполняются мелкомасштабные работы (1 : 1 000 000 – 1 : 500 000) с целью районирования и определения региональных геохимических параметров. В региональных полях размером в десятки тысяч квадратных километров, охватывающих целые урбанизированные районы, выделяются региональные узлы загрязнения.

На втором этапе – среднемасштабных геохимических работ (1 : 200 000 – 1 : 100 000) объектом исследования являются городские агломерации, промышленные зоны, сельскохозяйственные районы. Изучаются региональные узлы загрязнения размером в тысячи квадратных километров. Картируются очаги загрязнения.

Геохимическое опробование направлено на изучение загрязнения депонирующих сред: почв как аккумулятора, пылевых выпадений как индикатора загрязнения атмосферы, донных отложений как индикатора загрязнения гидросферы. По депонирующим средам оценивается комплексное загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, органическими соединениями и т. п. Результаты работы отражаются на трех типах карт. Первые отражают содержание отдельных элементов, вторые – ассоциации и интегральные показатели, третьи степень экологической опасности загрязнения окружающей среды, прогноз ее изменения, очередность природоохранных работ и крупномасштабных эколого-геохимических исследований.

На третьем этапе – крупномасштабных геохимических работ (1 : 50 000 – 1 : 25 000) изучаются индивидуальные источники загрязнения. Картируются ореолы техногенного рассеяния и их структура. Целью работы является определение эколого-геохимической обстановки на участках высокой социальной значимости – жилые

кварталы, зоны рекреации, сельскохозяйственные угодья, промышленные зоны и т. п. На этом этапе работ выбираются участки регулярной проверки с отбором проб почв, воды и воздуха. Оценивается реакция на загрязнение растительности, сельскохозяйственной продукции и непосредственно человека с привлечением данных медицинской статистики. Эколого-геохимические исследования крупного масштаба служат основой размещения пунктов наблюдения и площадок эколого-геохимического мониторинга.

На четвертом детальном этапе работ (1:10 000 – 1:5 000 и крупнее) производится углубленное исследование индивидуальных источников загрязнения. Работы этого масштаба решают задачи экологической экспертизы, разработки санитарного паспорта и выявления участков производственного процесса, на которых необходимо совершенствование технологии для улучшения экологической обстановки.

Комплексное картографирование – метод многостороннего и целостного показа действительности картографическими средствами. К этой группе картографических произведений относятся геоэкологические атласы, отображающие процессы экологической дестабилизации ландшафтов и опустошения земель.

Комплексное картографирование, выполняемое на системной основе, имеет большую научную и практическую ценность. Геоэкологические карты – источник новых выводов и знаний о состоянии окружающей среды. Это действенное средство разработки рекомендаций по рациональному природопользованию. Карты позволяют оценивать изменения ландшафтов под влиянием естественных и антропогенных факторов, прогнозировать характер этих изменений в будущем.

Вопросы для самостоятельных занятий

1. Роль картографирования в решении геоэкологических задач. Понятие экологического мониторинга
2. Дешифрирование изображений. Ландшафтный метод дешифрирования.
3. Концепция создания геоэкологического атласа

4. Содержание геоэкологического атласа:

- карты ландшафтов и природно-хозяйственных систем;
- карты растительного покрова;
- карты литогенной основы ландшафта;
- карты метеорологических процессов и состояния воздушной среды;
- карты гидрогеологических условий;
- карты почвенного покрова;
- карты техногенного покрова и источников загрязнения;
- карты геохимического загрязнения.