

# ПРОБЛЕМЫ ПОСЛЕДСТВИЙ УЧАСТИЯ

В ОХРАНЕ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ

# **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ**

## **И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**



**Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды**/Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко, В. А. Суцень и др. М., Недра, 1982. 251 с.

Впервые последовательно излагается методика использования космических снимков при составлении карт природоохранной тематики. Изложен опыт интерпретации материалов космической съемки как оригинальных, так и преобразованных, т. е. предварительно обработанных на оптико-электронных приборах и ЭВМ. Рассмотрены очередность работ и схема хода исследований по составлению карт охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Для картографов, географов широкого профиля, а также для инженерно-технических работников, интересующихся проблемами охраны окружающей среды и использования космической фотоинформации.

Табл. 48, ил. 62, список лит. — 56 назв.

Авторы: *Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко, В. А. Суцень, С. В. Скатуриков, Ю. Г. Кельнер, А. В. Амалин, С. В. Концов, В. И. Сомова, Т. С. Козлова, Н. А. Пшенина, В. И. Рябчикова, Т. В. Амалина.*

Под редакцией *Е. А. Востоковой, Л. И. Злобина* (отв. ред.), *Ю. Г. Кельнера*

Рецензент — д-р географ. наук *С. В. Викторov* (ВСЕГИНГЕО)

Охрана природы и научное обоснование рационального использования природных ресурсов представляют собой одну из наиболее актуальных проблем, стоящих перед человечеством и современной наукой. Это обусловлено тем, что воздействие хозяйственной деятельности на природу достигло в настоящее время планетарного масштаба. Человек не только активно использует природные богатства, но и существенно влияет на весь облик поверхности Земли: интенсивная эксплуатация полезных ископаемых приводит к образованию искусственных гор и впадин; сооружение водохранилищ и каналов — к изменению гидрологического режима и климата; земледелие и пастбищное животноводство — к изменению почвенно-растительного покрова и т. д. Интенсивное природопользование приводит не только к позитивным последствиям, в ряде случаев параллельно происходит побочные неблагоприятные изменения среды и биосферы. Для сохранения и возобновления природных богатств в нашей стране принимаются широкие и действенные меры. Это нашло отражение в Конституции СССР, а также в ряде постановлений партии и правительства.

Прежде чем разрабатывать научно обоснованные мероприятия по охране природы и рациональному использованию ее ресурсов, необходимо всесторонне изучить современное состояние природной среды и возможные ее изменения при хозяйственном использовании. В связи с этим рассматриваются различные альтернативные варианты с тем, чтобы выбрать оптимальный — как для развития народного хозяйства, так и для сохранения экологического потенциала и равновесия в природе. Кроме того, для будущих поколений весьма важно сохранить отдельные виды животных, растений и уникальные ландшафты.

Однако уже в настоящее время территория, в той или иной степени измененная хозяйственной деятельностью, достигает 75—85 % от площади суши. Состояние природной среды в этих районах постоянно меняется. Изучение столь обширных пространств только традиционными методами практически невозможно, и поэтому исследование современного состояния природной среды сосредотачивается лишь на отдельных участках. Здесь ученым современная наука и техника предоставляет новый метод изучения природы Земли — дистанционное зондирование из космоса, т. е. комплекс различных методов фиксации природной обстановки с помощью фотографической, телевизионной, сканерной, радиолокационной и другой специальной аппаратуры, а также визуальных наблюдений.

Широкое практическое применение для картографического обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов получили космические фотосъемки. Космические фотоснимки послужили основой не только для выработки методики составления традиционных карт природы на материалах фотосъемки из космоса, но и для создания серий карт, отражающих современное состояние окружающей среды.

Как показали проведенные исследования, космические фотоснимки позволяют изучать практически все аспекты воздействия человеческого общества на природу и выявлять его позитивные и негативные стороны. Это, в свою очередь, позволяет обосновать экологический прогноз развития природы в зависимости от того или иного хозяйственного воздействия и предложить конкретные мероприятия, направленные на поддержание и углубление позитивных и устранение негативных изменений, т. е. на охрану и рациональное использование природных ресурсов.

При изучении природных ресурсов и современного состояния окружающей среды труднодоступных районов (таких как высокогорья Памира, горно-



таежные пространства Восточной Сибири, пустыни Средней Азии и др.) космическая фотоинформация является единственно рациональной и наиболее эффективной. Неосценима роль космической информации также для территорий, подверженных особо интенсивному воздействию человека, где природная обстановка меняется не только из года в год, но и от сезона к сезону, и воздействию стихийных явлений (паводков, пожаров и т. п.). Эти данные дают возможность составлять карты современного состояния окружающей среды и наиболее достоверно прогнозировать процессы и явления, а также принимать экстренные меры по ликвидации быстро развивающихся стихийных бедствий.

Для контроля за состоянием окружающей среды особенно велика роль непосредственных визуальных наблюдений из космоса, проводимых космонавтами с борта орбитальных станций. До сих пор эти наблюдения носили только экспериментальный характер, но они показали большую значимость такой информации для оперативного контроля за глобальными процессами и явлениями. Так, космонавты наблюдали, например, пыльные бури, охватывающие огромные площади, выяснили характер появления и скорости распространения и направления растекания нефтяных пятен на поверхности океана у южных берегов Африки, обнаружили очаги лесных пожаров. Результаты этих наблюдений показали необходимость создания специальной службы для оперативного слежения за состоянием окружающей среды и для принятия срочных мер по предотвращению неблагоприятных последствий антропогенного или стихийного воздействия на природу Земли.

Современный уровень исследований стоит перед наукой и практикой ряд важных задач на ближайшую перспективу. Так, очевидно, необходимо срочно обеспечить заинтересованные организации и отрасли народного хозяйства картами современного состояния окружающей среды, охраны и рационального использования природных ресурсов.

Особо следует подчеркнуть необходимость дальнейшего развития методов комплексного картографического изучения природных ресурсов, развития визуальных наблюдений из космоса и подготовки наземного обеспечения для принятия экстренных мер по сигналам из космоса.

Проведенные работы показывают огромное значение, которое имеют материалы дистанционного зондирования для рационального природопользования и охраны окружающей среды от неблагоприятных воздействий хозяйственной деятельности. Эти воздействия в различных районах страны проявляются по-разному и могут нанести непоправимый ущерб природной среде. В районах, которые рассматриваются авторами данной книги, они не являются необратимыми, однако эти вопросы в настоящее время достаточно актуальны и требуют своего решения. В условиях планового социалистического хозяйства на базе современной технологии меры по преодолению негативных явлений антропогенного характера несомненно сыграют свою роль в восстановлении природного потенциала нашей страны. Здесь мы видим еще одно свидетельство практического воплощения в жизнь одного из положений Основного Закона нашего общества, который гласит: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного рационального использования Земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды» (Конституция СССР, ст. 18).

Л. И. Злобин (Госцентр «Природа»)

В настоящее время значительно возросло антропогенное воздействие на природную среду и очень большое значение приобрели мероприятия по ее охране и рациональному использованию. При этом все шире внедряется комплексный подход к проблеме охраны природной среды. Сейчас это не только мероприятия по охране животного и растительного мира, но и по охране всего природного комплекса в целом, т. е. всей совокупности ландшафтных компонентов. Охрана природной среды неразрывно связана с рациональным использованием ее ресурсов, их воспроизводством и борьбой с непроизводительным расходом (особенно невозобновляемых ресурсов), защитой от антропогенного нарушения и загрязнения.

Проблемы охраны природы и окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов являются в настоящее время наиболее актуальными для всего цивилизованного мира. В связи с нарастающими явлениями нерациональной эксплуатации природных ресурсов, техногенной нарушенности и промышленным загрязнением окружающей среды все большее число отдельных исследователей и больших коллективов подключаются к изучению и разработке мероприятий по охране природы. Работа проводится как в направлении разработки частных мероприятий, дифференцированно направленных на охрану отдельных компонентов природы, так и комплексных, предназначенных для охраны и рационального использования всех компонентов и элементов ландшафта в целом.

Для сохранения и возобновления природных богатств в нашей стране принимаются широкие и действенные меры. Это нашло отражение в Конституции СССР и в постановлениях партии и правительства.

Комплексный подход ко всей проблеме охраны природной среды требует рассмотрения антропогенного воздействия не только на один какой-либо компонент (или элемент) ландшафта, но на ландшафт в целом, изучая все компоненты во взаимодействии на основе существующих внутри- и межландшафтных взаимосвязей. Такой подход необходим как при констатации уже произошедших изменений природной среды, которые часто выражаются в ухудшении природного потенциала, в опустынивании территории, так и для прогнозирования будущих возможных изменений, для планирования необходимых мероприятий по охране и рациональному использованию тех или иных ресурсов в интересах человеческого общества.

Для научного планирования мероприятий по охране и рациональному использованию природной среды необходимы материалы, характеризующие всю территорию в целом. Такими материалами в первую очередь являются специальные тематические карты. Картографический подход к изучению антропогенного воздействия на природу, к выявлению и оценке нарушенных территорий позволяет получить наглядные высокоинформативные документы, отражающие современное состояние природно-территориальных комплексов или их компонентов и обосновывающие наиболее объективное планирование мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Картографическое обеспечение этих мероприятий имеет ряд специфических особенностей. Первой из них является то, что карты должны иметь четко определенное назначение, а их масштаб, территориальный охват и специальная нагрузка соответствовать специализации планирующей отрасли. Второй особенностью можно считать необходимость комплексного отражения современного состояния и прогноза возможных дальнейших антропогенных изменений природной среды. Только на основании такого комплексного подхода и возможно составление карты рекомендуемых природоохранных мероприятий. Эта особенность предопределяет необходимость составления серий сопряженных карт для обеспечения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и их охране. Наконец, третьей особенностью является требование оперативности таких серий тематических карт, направленных на обеспечение мероприятий рационального использования и охраны природных ресурсов. Необходимая оперативность составления тематических карт, направленных на обеспечение рационального планирования мероприятий, рационального использования природных ресурсов и охраны природной среды, возможна только на основе использования современных объективных методов изучения и картографирования среды — на основе использования материалов космических фотосъемок.

Материалы дистанционного зондирования Земли из космоса, в частности, космические фотоснимки, представляют исследователю большой объем оперативной информации о природной среде. Имея большую обзорность и высокое разрешение на местности, они позволяют в короткий срок изучать и картографировать значительные по площади территории. Материалы космических фотосъемок наиболее целесообразно и эффективно использовать именно для комплексного картографирования регионов, т. е. создания серий сопряженных карт.

Составляемые по космическим фотоматериалам карты не подменяют и не дублируют накопленный картографический фонд, они дополняют его новыми данными, полученными на основе космического зондирования, обеспечивая системное изуче-

ние природных комплексов. Эти карты нового типа можно назвать космофототематическими. Специфика тематических карт определяется требованиями системного картографирования, состоящими в:

преимущественном отображении качественных и количественных характеристик, получаемых в результате интерпретации космических изображений;

отборе показателей взаимовлияния природных факторов; максимально полном отображении современного состояния природных ресурсов, а также направлений и интенсивности их антропогенного видоизменения;

соответствии состава карт и их содержания решению первоочередных задач хозяйственного развития, стоящих перед каждым из конкретных регионов;

допустимой генерализации содержания карт для целей общей системной характеристики природных комплексов и их практического использования специалистами разных направлений при решении многообразных отраслевых задач;

введении фотонизображения местности в содержание основы тематических карт, что обеспечивает их документальность и облегчает работу с картами.

Возможности использования космической фотоинформации для изучения и картографирования современного состояния и антропогенной нарушенности окружающей среды исследуются в течение нескольких лет в Государственном научно-исследовательском и производственном центре «Природа» в тесном сотрудничестве с организациями Академии наук СССР и союзных республик, отраслевых министерств и ведомств.

В данной работе излагается опыт, полученный в результате разработки методики составления карт, обеспечивающих планирование мероприятий по охране природы. Научно-исследовательские разработки и опытные серии карт природоохранной тематики, составляемые на основе космических фотоснимков и материалов их первичной обработки, выполнялись на экспериментальных участках, расположенных в европейской части СССР, Средней Азии и Восточной Сибири.

В предлагаемой работе впервые последовательно излагается разработанная авторами в Госцентре «Природа» методика использования космических фотоснимков при составлении серий карт природоохранной тематики в пределах различных природных зон Советского Союза, разных условий хозяйственной освоения территории и антропогенной нарушенности ландшафтов. Приведенные материалы позволяют утверждать, что космические фотоснимки, фотокарты и фотопланы являются необходимым источником информации и основой для создания карт природоохранной тематики.

# **I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРИНЦИПЫ ПРИРОДООХРАННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

## **1.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК**

Использование материалов космических съемок для разработки карт природы открывает новое важное направление современной картографии [31, 32, 49]. Возможности использования материалов космических съемок для решения научных и хозяйственных задач рассматриваются в мировой литературе начиная с 1965 г. По этим вопросам накоплен большой материал, частично обобщенный в различных обзорах и монографиях [1, 5, 7, 15, 21, 22, 23].

Большинство исследователей указывают на целесообразность использования материалов космической фотосъемки именно для целей тематического картографирования и физико-географического районирования. Это объясняется основными особенностями космических фотоснимков, которые благодаря охвату больших площадей представляют наибольшие возможности для объективного и быстрого составления новых или обновления существующих тематических карт природы [8, 19, 24, 27, 28, 31, 51].

В зависимости от характера решаемых задач, наличия кадров и оборудования потребители космической фотоинформации нуждаются в документах разных видов и разной степени завершенности (негативный и позитивный материал, контактная и увеличенная печать, фотосхемы, фотопланы, фотокарты, тематические космофотокарты). Однако до 60 % потребителей предпочитают использовать космическую информацию в ее наиболее завершенном и пространственно определенном виде — в виде карт.

Планомерность поступления и качество космических материалов в настоящее время находятся на таком уровне, что вполне возможно ставить вопрос о систематическом использовании этой фотоинформации в тематическом картографировании [32]. Различные виды космической фотосъемки, начиная от интегральной черно-белой и кончая многозональной, выполняемой в сравнительно узких зонах электромагнитного спектра, дают возможность получать изображения с различной информативностью и позволяют обеспечивать, таким образом, составление карт в глобальных, общегосударственных, региональных и ло-

кальных масштабах. Территориальный охват космическими съемками таков, что в Советском Союзе на ряд союзных республик и обширных регионов созданы фотосхемы и фотокарты как в естественных или административных границах, так и в системе топографической разграфки полистно [32]. Использование космической фотoinформации, покрывающей значительные площади, позволяет достоверно и широко экстраполировать точечные или локальные наземные наблюдения.

Специфические свойства космической информации как источника картосоставления обеспечивают выполнение основных современных требований к тематическим картам:

многоаспектность интерпретации данных позволяет выполнить многостороннее и целенаправленное картографирование природных комплексов;

единая фотокартографическая основа, используемая для тематических карт, облегчает согласование характеристик природных объектов и их единообразную локализацию в картографическом изображении;

единовременность исходной информации по всем видам и направлениям картографирования — принципиально новое свойство, чрезвычайно важное с позиций системного картографирования, которым, как правило, не обладают традиционные методы составления тематических карт, — позволяет достоверно картографировать современное состояние среды;

сокращение сроков сбора тематической информации namного ускоряет цикл подготовки картографических документов за счет снижения объема трудоемких процессов наземной тематической съемки;

возможность повторной регистрации состояния природных комплексов через определенные промежутки времени позволяет выявить важнейшие тенденции изменения и развития природных комплексов и производственных систем, что способствует надежности прогнозирования.

Для тематического картографирования используются в основном материалы фотографических и телевизионных съемок из космоса. Характеристика различных видов дистанционного зондирования Земли, в том числе и имеющих на выходе изображение ее поверхности, рассматриваются во многих специальных работах [29, 30], а также в руководствах и учебных пособиях [25]. Это позволяет в данной главе остановиться лишь на обзоре использования материалов космической фото- и телесъемки для целей картографирования природных ресурсов и их современного состояния. Следует отметить, что если в советской печати наибольшее внимание уделяется использованию материалов космической фотосъемки, то в зарубежной литературе наиболее широко освещен вопрос применения мультиспектральных изображений, полученных с искусственных спутников типа «Ландсат» (ERTC).

Эти снимки используются для составления обзорных карт природных ресурсов, особенно карт использования земель и систематического слежения за состоянием окружающей среды [54].

Большинство исследователей отмечают существенные и многочисленные преимущества использования космических материалов для целей тематического картографирования. Одним из важнейших преимуществ можно считать возрастание тематической и геометрической детальности картографирования. Вопросам использования космических фотоматериалов для целей космического картографирования большое внимание уделялось на международных географическом и геологическом конгрессах, на международных картографических конференциях и семинарах.

В целом можно отметить, что картографированию окружающей среды на основе использования космической видеoinформации на протяжении последних десяти лет уделяется большое внимание. Этим вопросам посвящены многочисленные исследования советских и зарубежных ученых.

Специально вопросы использования космических фотоматериалов для тематического картографирования разрабатываются в Госцентре «Природа» Главного управления геодезии и картографии в сотрудничестве с другими организациями. Некоторые итоги этих исследований опубликованы в ряде статей и сборников [19, 32, 46]. Работы, опубликованные до 1979 г., в значительной степени уже обобщены и освещены в обзорах серии «Картография. Итоги науки и техники»\*; в обзоре [19]; монографии В. И. Кравцовой [31] и ряде обзорных статей [2, 10, 39]. Вопросы тематического картографирования по космическим материалам затрагиваются также в ряде специальных обзоров, посвященных анализу литературы по тем или иным направлениям космического природоведения: использованию дистанционных методов в геологии [27], в охране природы [10], гидрогеологии [8], также в монографиях и учебных пособиях [9, 16, 19, 41, 47].

Космическая информация проникает все шире в область тематического картографирования. Так, например, Коен Бенямин освещает направления исследовательских работ по тематическому картографированию Болгарии с помощью космических снимков\*\*; В. Томпсон — для картографирования в Австралии\*\*\*; К. Г. Тейлор — для Канады\*\*\*\* и т. д.

\* Картография. Итоги науки и техники. Ред. К. А. Салищев, З. Г. Рябцева, М., ВШИТИ, 1975, т. 6, 1977, т. 7; 1978, т. 8, 1980, т. 9.

\*\* Коен Бенямин. Направления на исследовательски работи по тематично-картографиране на територията на България с помощта на космически снимки.— Сб. ст. картогр., 1977, т. 19, с. 3—9.

\*\*\* Thompson B. R. The Landsat program and its application to geology in Victoria.— Min. Geol. and Energ. J. Victoria, 1978, v. 7, N 3, p. 3—9.

\*\*\*\* Taylor K. G., Simpson-Lewis W. Environmental management mapping for the Canadian North.— Can. Surv., 1977, v. 31, N 1, p. 44—51.

Внимание исследователей привлекают также вопросы точности картографирования, возможности и целесообразности использования разномасштабной аэрокосмической информации для обновления карт [40, 51]. Рассмотрение этих обзорных работ показывает:

материалы космических съемок наиболее рационально использовать при картографировании природных условий, объектов и явлений;

эти исследования сосредоточены преимущественно в локальных коллективах и еще не выполняются в общегосударственных масштабах;

основное внимание уделяется картографированию отдельных природных компонентов, особенно геологическому картографированию и составлению карт использования земель.

Для рассматриваемой темы представляют интерес следующие аспекты использования материалов космического зондирования Земли для целей картографирования:

создание серий тематических карт, особенно для целей охраны окружающей среды;

картографическое слежение за состоянием окружающей среды, т. е. картографический мониторинг;

составление отдельных картографических документов современного состояния тех или иных природных ресурсов или компонентов ландшафта;

создание тематических карт с помощью автоматизированных средств.

Картографирование отдельных компонентов ландшафта на основе космических снимков отражено в многочисленных работах, освещающих вопросы, главным образом, методики картографирования тех или иных видов природных ресурсов или компонентов окружающей среды.

Наиболее полно материалы дистанционного зондирования используются для решения различных проблем картографирования в области геологических наук. Использование космических фотоснимков для целей геологического картирования имеет уже более чем десятилетнюю практику и энергично развивается и в Советском Союзе [26, 27], и за рубежом. Даже в хорошо изученных регионах Центральной Европы выявленные по космическим материалам «фотолинеAMENTы» хорошо дополняют геологические карты.

В Советском Союзе использование различных материалов дистанционного зондирования, главным образом космической фотосъемки, было направлено на создание специфических космофотогеологических карт, отражающих новые стороны строения территории, устанавливаемые по космическим фотоматериалам [2, 26]. В 1978 г. впервые была опубликована космофототектоническая карта обширного Арало-Каспийского региона,



составленная по космической фотосхеме масштаба 1:2 500 000\*. По космическим материалам составлена предварительная карта линейных элементов территории Советского Союза [33].

Использование космической информации для создания тематических карт нашло применение также и в других областях науки и производства. Это наиболее полно отражено в сборниках статей [28, 38], в которых основное внимание уделено использованию многозональных снимков при создании различных карт природы и природных ресурсов. А. Ф. Воронина [39], В. А. Николаев [35] и другие исследователи раскрывают методику составления ландшафтных карт по космическим фотоматериалам и приводят примеры построения таких карт на районы Прикаспия, Тургай, Мангышлака. Эта методика базируется на разработанных В. А. Николаевым [35] положениях мелкомасштабного картографирования ландшафтов. Большое внимание уделяется созданию по космическим снимкам карт сельскохозяйственной тематики, в том числе карт использования земель, почвенных, земельных угодий и др. [1, 46]. Анализу сельхозугодий по материалам дистанционного зондирования придется большое значение и за рубежом [55].

Космические фотоматериалы находят применение при геоморфологическом картографировании, что подтверждается новыми работами [46], а также при картографировании снежного покрова [56] и ледников [14].

Однако основное преимущество космической фотoinформации реализуется при создании на ее основе серий взаимосвязанных тематических карт. Это направление наиболее последовательно и полно осуществляется в работах Госцентра «Природа», разрабатывающего методику комплексной картографической инвентаризации природных ресурсов обширных территорий [24, 32, 44].

Комплексное картографирование и создание серий тематических карт является применением системного подхода в картографии, характеризующегося двумя аспектами [43] — исследованием (анализом) геокомплексов как систем и их моделированием в системе карт. Системный подход получает свое воплощение в создании серий тематических карт на основе использования космических фотоматериалов [11].

Комплексный подход к использованию материалов космической фотосъемки был осуществлен в Московском государственном университете на географическом факультете в 1972—1973 гг., когда по снимку, полученному с долговременной орбитальной станции (ДОС) «Салют-4», было проведено комплексное географическое дешифрирование района Алтайского края [39]. Однако по этим материалам еще не было фактически осуществлено составление собственно тематических карт или фото-

\* Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона. Масштаб 1:2 500 000. М., ГУГК, 1978, 1 л.

карт. Разработка таких серий тематических фотокарт для целей инвентаризации природных ресурсов и картографического обеспечения мероприятий по охране окружающей среды проводится с 1974 г. в Государственном научно-исследовательском и производственном центре «Природа» ГУГК при Совете Министров СССР. Некоторые итоги этих работ освещены в обзорных статьях и тематических обзорах [10, 11, 19, 36, 46].

В результате разработок для целей инвентаризации и картографического обеспечения мероприятий по охране окружающей среды на основе дешифрирования космических фотоснимков создаются принципиально новые серии карт — природного (экологического) потенциала или природных условий, современного состояния окружающей среды, рекомендуемых природоохранных мероприятий [10, 46].

Для составления карт этих серий в качестве основы используются фотокарты, составляемые по космическим фотоматериалам [44].

При создании серий природоохранных карт наибольшее внимание уделено вопросам картографического отражения антропогенного воздействия на окружающую среду, учета и оценки этого воздействия, особенно для сельскохозяйственного производства. Для создания серий тематических карт по космическим фотоматериалам для инвентаризации природных ресурсов и обеспечения мероприятий по охране окружающей среды в Госцентре «Природа» и ПКО «Картография» ГУГК разработаны методы и технологические схемы, выполнены красочные пробы карт и подсчитан экспериментальный тираж опытного листа серии, определены требования к исходной информации [2].

Широкие возможности раскрываются перед комплексной тематической картографией в результате использования многозональных снимков и материалов их первичной обработки [14, 28, 44]. Опыт комплексной интерпретации многозональной съемки, выполненной аппаратом МКФ-6 на космическом корабле «Союз-22» для территории Советского Союза, был проведен в МГУ при выполнении эксперимента «Радуга» по дешифрированию сельскохозяйственного использования земель и дана оценка дешифрируемости различных объектов на снимках, выполненных в узких зонах электромагнитного спектра. В результате многостороннего дешифрирования материалов многозональной космической фотосъемки авторами предложена методика обработки [28].

Как показывают исследования снимков, полученных в узких зонах спектра, для комплексного тематического картографирования весьма перспективно использовать цветные составные изображения, получаемые путем синтеза многозональных снимков [19, 36, 46].

Создание серий тематических карт для обеспечения мероприятий по охране окружающей среды представляет собой част-

ную задачу комплексного тематического картографирования по материалам космических съемок.

Большой интерес при использовании космической видеoinформации для целей природоохранного картографирования представляют работы по изучению нарушенности природных условий и загрязнения окружающей среды. Эти исследования проводятся как в Советском Союзе, так и за рубежом, особенно в связи с проблемой опустынивания [6, 15, 47]. Однако работ, рассматривающих опыт и перспективы использования материалов космических фотосъемок для создания карт антропогенных изменений ландшафта и для построения карт охраны природы, пока еще довольно мало, хотя принципиальная возможность использования космических снимков для этих целей была показана Госцентром «Природа» еще в 1975 г. в докладах на VI Всесоюзной конференции по тематическому картографированию в Киеве. В работе С. В. Скатерщикова [43] проведен анализ и предложена классификация нарушенных ландшафтов применительно к дешифрированию космических фотоматериалов; приведен пример ее приложения при составлении карты охраны природы. Использование космических фотоматериалов для построения карт современного состояния и охраны окружающей среды продолжает развиваться в Госцентре «Природа» и освещено в ряде научных публикаций [10, 11, 43].

Регулярное поступление материалов космической съемки определило возможность и целесообразность использования космической видеoinформации для слежения за антропогенными процессами и явлениями окружающей среды, за состоянием природных ресурсов. Эти исследования проводятся методом фиксирования изменений как на разновременных снимках, так и на специальных картах, созданных на основе космической информации для планирования хозяйственного использования территории и обеспечения картографическими материалами планирующих и управляющих производством ведомств. Материалы космической фотосъемки предлагается использовать также для картографического мониторинга окружающей среды, используя для этих целей в качестве «нулевого отсчета» серии карт природных условий и современного состояния ресурсов и среды\*. Одной из сторон такого космического мониторинга является картографирование источников загрязнения окружающей среды и постоянное слежение за ними по последующим съемкам. В частности, большое внимание уделяется слежению за состоянием

\* Сабуров Д. Н., Востокова Е. А. Проблемы использования материалов аэрокосмической съемки для задач мониторинга окружающей среды. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1978, № 6, с. 113—120.

Сабуров Д. Н., Сомова В. И., Шевченко Л. А. Опыт комплексного картографирования для целей рационального использования и охраны природной среды на основе применения дистанционной съемки. — Изв. Всес. геогр. об-ва, 1978, т. 110, № 1, с. 17—23.

поверхностных вод [20]. Однако уже установлены известные ограничения использования спутниковой информации для картографирования водных ресурсов и их состояния [56].

Важной стороной космического мониторинга и картографирования состояния окружающей среды является создание комплекса автоматизированной обработки космической информации и составление по этим данным тематических карт\*.

Машинные методы преобразования космических фотоснимков для целей тематического картографирования и опыт использования их при составлении карт, проводимые в Госцентре «Природа», рассмотрены в обзорных работах [36]. Наибольшим вниманием за рубежом пользуются вопросы автоматизации картографирования для целей сельского хозяйства, методы которой там разрабатываются уже давно, и в последнее время появилось много публикаций по этой проблеме [49, 53].

Приведенный краткий анализ литературы показывает, что космические фотоматериалы постепенно входят в практику работ по тематическому картографированию самого различного направления. В настоящее время уже появился ряд публикаций, рассматривающих вопросы методики и технологии тематического картографирования на основе дистанционных методов. Для составления карт природных условий и современного состояния окружающей среды, как правило, используются различные уже существующие материалы, однако настоятельно ощущается необходимость уточнения основных требований к космической информации с точки зрения тематического картографирования. Такие требования к материалам космических съемок в общем виде сформулированы в работах ряда исследователей [2, 38].

Пока осуществлен небольшой объем работ по изданию тематических карт на основе космической фотоинформации. Большинство созданных образцов находится пока в стадии авторских разработок, хотя методика и технология создания таких карт в Советском Союзе практически разработана. За последние 3—5 лет как в Советском Союзе, так и за рубежом сформированы коллективы, специально разрабатывающие вопросы тематической картографии на основе дистанционных методов. Опыт работ этих коллективов позволяет наметить основные задачи и проблемы тематического картографирования по космическим фотоснимкам и первично обработанным материалам.

\* В связи с выходом обзора «Методики и средства автоматизированной обработки и интерпретации аэрокосмической информации о природных ресурсах Земли» (А. Н. Тюрин, 1979), сборника «Аэрокосмические исследования Земли. Обработка видеоинформации на ЭВМ» (1978), перевода книги Э. Баррета и Л. Куртиса «Введение в космическое земледелие» (1979) в данном разделе рассмотрены только работы, освещающие непосредственно результаты применения тех или иных систем для целей картографирования окружающей среды и осуществления космического мониторинга.

В связи с интенсивным воздействием человека на окружающую среду первостепенной целью тематического картографирования является разработка материалов, направленных на обеспечение прогноза антропогенных изменений окружающей среды в связи с осуществляемыми, а главное, проектируемыми преобразованиями. Это предопределяет ряд проблем составления тематических карт по космическим фотоматериалам.

Основной проблемой является разработка методики и проведения тематического картографирования современного состояния природных ресурсов, которая включает разработку методики количественной оценки современного состояния природных ресурсов по космическим фотоматериалам; изучение динамики природных и антропогенных процессов по материалам космических фотосъемок; установление рационального комплекса тематических карт, обязательных и необходимых для решения поставленных задач; разработку оперативной методики наиболее эффективного использования космических фотоматериалов для составления тематических карт; определение оптимальных путей внедрения и использования составляемых тематических карт.

Космические фотоматериалы для создания тематических карт рационального использования природных ресурсов и обеспечения мероприятий по охране окружающей среды должны обладать определенными свойствами:

- иметь высокое качество, обеспечивающее получение путем дешифрирования достаточно надежных данных для разработки тематического содержания карт;

- содержать значительный объем материалов космической фотосъемки, обеспечивающий возможность создания карт в любой территориальной компоновке (на крупные физико-географические регионы или отдельные территориально-производственные комплексы; на отдельные районы или административные области);

- иметь достаточное традиционное наземное обоснование в виде картографического и литературного фондов, позволяющих проводить картосоставительские работы с минимумом дорогостоящих проверок на местности.

Таким образом, в настоящее время, как указывают И. А. Кузцов и Ю. П. Киенко [32], можно ставить вопрос о планомерном использовании космической фотоинформации в тематическом картографировании.

## 1.2. ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ КАРТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Для картографического обеспечения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды наиболее перспективным является системный подход, что обосновано исследованиями последних лет [18, 34].

Системное картографирование природных ресурсов, направленное на их рациональное использование и охрану, представляет собой дальнейшее развитие комплексного тематического картографирования. Особая актуальность такого подхода к тематическому картографированию предопределяется как требованиями народного хозяйства, так и возможностями, представляемыми исследователям космической фотoinформацией.

Использование космической фотoinформации для природоохранного картографирования рассматривается совместно с изучением природных ресурсов, их использованием и картографированием их состояния, т. е. природоохранное картографирование представляет собой одну из сторон комплексной картографической инвентаризации природных ресурсов (земельных, водных, растительных и т. д.). Вполне естественно, что проблема охраны окружающей среды обсуждается с точки зрения оптимизации условий жизни людей как в настоящем, так и в будущем. В связи с этим охрана окружающей среды является частью оптимального рационального использования ее ресурсов.

Тематическое картографирование для целей охраны окружающей среды охватывает как природные, так и социально-экономические закономерности. Следовательно, карты должны включать данные, характеризующие современное состояние как отдельных компонентов среды, так и ландшафтов в целом. В связи с необходимостью отражения большого числа показателей на этих картах и стремлением отразить их в наиболее наглядном виде и взаимосвязанно друг с другом большое значение имеет составление на основе разнообразных исходных материалов итоговой комплексной карты охраны окружающей среды.

При изучении возможности и целесообразности применения материалов дистанционных съемок для составления комплексной карты охраны природы нами, исходя из требований к охране окружающей среды, первоначально в общих чертах было определено содержание такой карты. Комплексная карта охраны природы должна состояться в зависимости от современного состояния природно-территориальных комплексов и их культурных модификаций, от ее хозяйственного использования, степени и характера антропогенной (включая техногенную) нарушенности компонентов ландшафта, от вида и степени загряз-

нения окружающей среды, от размещения основных населенных и промышленных пунктов, могущих быть источником промышленного или бытового загрязнения среды. В некоторых случаях на карте могут быть выделены типичные местообитания редких и охраняемых видов растений и животных. На фоне современного состояния природных компонентов должны быть показаны осуществляемые или необходимые мероприятия по охране, восстановлению и рациональному использованию природных ресурсов. Аналогичный подход к составлению карты охраны природы пустынь использовал А. В. Чигаркин\*.

Разработанные положения явились отправными пунктами для формулирования основных принципов системного картографирования по космическим фотоматериалам для целей охраны и рационального использования природных ресурсов. Системное картографирование включает анализ геокомплексов как систем различной степени сложности и взаимосвязанности, т. е. собственно географический аспект, и моделирование в системе тематических карт.

Эти принципы в изучении геокомплексов с использованием космических фотоматериалов для целей охраны и рационального использования природных ресурсов реализуются при создании серий карт различных масштабов и территориального охвата, образующих комплект карт, обеспечивающих различные направления народного хозяйства.

Принцип серийности в географическом аспекте системного анализа выражается в том, что для картографического обеспечения проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов необходимо составление различных тематических карт, образующих определенные взаимосвязанные группы, которые можно рассматривать как целостную систему тематических карт. Эта система (табл. 1) включает:

- группу карт, отражающих природные условия и экологические характеристики изучаемой территории;

- группу карт современного состояния природных ресурсов, отражающих характер использования природных ресурсов, качественные или количественные характеристики их современного состояния;

- группу карт прогноза изменений природных ресурсов при антропогенном воздействии;

- группу природоохранных карт, т. е. карт рекомендуемых мероприятий, направленных на рациональное использование природных ресурсов и защиту окружающей среды, или одну комплексную карту охраны окружающей среды.

Карты природных условий (экологического потенциала) должны отражать объективно существующие природные зако-

\* Чигаркин А. В. Использование ландшафтных карт для целей охраны природы (на примере пустынь Казахстана). Тез. докл. VII Всесоюз. совещ. по вопросам ландшафтоведения. Пермь, 1974, с. 149—151.

Таблица 1

Карты, составляемые с использованием дистанционных методов для обеспечения мероприятий охраны окружающей среды

Тип	Основное содержание	Основная задача
Констатирующие (базовые)	Природные условия (экологический потенциал) территории	Отразить экологические возможности среды, основные природные закономерности, потенциальные природные ресурсы
Констатирующие (инвентаризационные)	Современное состояние окружающей среды и мероприятий по охране и использованию природных ресурсов; анализ величины и направленности антропогенного воздействия на окружающую среду	Отразить современное использование земель (природных ресурсов), проведенные природоохранные мероприятия и уровень антропогенного воздействия. Предназначены для построения экологического прогноза и разработки природоохранных мероприятий
Прогнозные	Основные тенденции изменений природной среды — динамика природных и антропогенных процессов	Графическое отражение экологического прогноза — отражение возможных изменений природной среды при существующем уровне воздействия или при его целенаправленном изменении. Предназначены для проектирования природоохранных мероприятий
Рекомендательные	Рекомендуемые мероприятия по охране и рациональному использованию природной среды (комплексные карты охраны окружающей среды)	Графическое отражение наиболее экологически эффективных мероприятий по охране и рациональному использованию природной среды, рекомендуемых на основании экологического прогноза. Предназначены для облегчения выбора оптимального решения планирующими органами

номерности, дающие основание для наиболее полного освоения природных ресурсов. К ним относятся геологические, ландшафтные, потенциальной или восстановленной растительности и т. д. Это карты длительного пользования. Их основное назначение при картографическом обеспечении проблемы охраны среды заключается в том, что они дают возможность сравнивать существующее положение природных условий изучаемой территории с потенциально возможным. Этот анализ позволяет выявить необходимость проведения тех или иных мероприятий по охране среды, оценить рациональность современного использования природных ресурсов. Таким образом, цель составления карт природных условий заключается в установлении потенциальных возможностей изучаемых геосистем для дальнейшего развития народного хозяйства.

Для природоохранных целей основной картой является ландшафтная, построенная по морфоструктурному принципу.



Она наиболее полно отражает существующие внутри- и меж-ландшафтные взаимосвязи и дает наиболее широкое представление о природных ресурсах (см. II.1).

Карты современного состояния окружающей среды представляют собой собственно инвентаризационные карты, на которых констатировано современное использование природных ресурсов с оценкой их состояния и изменения, вызванные антропогенным фактором. Эта группа карт представляет собой особый вид оперативных карт, требующих для своего составления ускоренных методов. Для этих карт материалы космической фотосъемки несут чрезвычайно важную информацию, а зачастую их использование является единственно возможным путем оперативного составления карт современного состояния природных ресурсов.

В эту группу входит в качестве основной карта использования земель с характеристикой современного состояния земельных ресурсов, включая антропогенную измененность и нарушение ландшафтов, и размещения возможных источников загрязнения среды. В отдельных случаях в эту группу могут включаться частные (компонентные) карты современного состояния и использования тех или иных особо важных (для изучаемой территории) природных ресурсов, например лесохозяйственные с характеристикой современного состояния лесов; сельскохозяйственные, мелиоративные и другие карты, также с оценкой их современного состояния.

По материалам космических съемок осуществляется также анализ, направленный на оценку антропогенного воздействия на ландшафт. Результаты такого анализа находят отражение наиболее полно на карте антропогенных природно-территориальных комплексов (ПТК). На этой карте показываются природно-территориальные комплексы, в различной степени подвергнувшиеся антропогенному видоизменению, начиная от слабо измененного почвенно-растительного покрова до собственно антропогенных ландшафтов.

Сопоставление и изучение этих карт позволяет установить тенденции дальнейших изменений среды при сохранении того же характера воздействия и составить прогноз дальнейших возможных изменений окружающей среды. Этот прогноз может быть выражен в текстовом, табличном или графическом виде. Наиболее наглядно его отражение в виде специальных оперативных карт динамики природных и антропогенных процессов и прогноза возможных изменений окружающей среды, которые составляются специально для картографического обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Построение экологического прогноза требует, во-первых, отражения природных компонентов в их взаимосвязи и, во-вторых, анализа собственно антропогенного воздействия на ландшафт

в целом и его отдельные компоненты, которое привело к их современному состоянию. Карты оценки антропогенного воздействия и прогноза возможных изменений среды носят оперативный характер. Поэтому для их составления наиболее целесообразно использовать максимально полно космическую фотоинформацию. Наличие материалов разновременной космической съемки позволяет достоверно и быстро получить наиболее объективную информацию о произошедших территориальных изменениях компонентов ландшафта, особенно фотофизиономических и антропогенных объектов. Это дает возможность действительно объективно составлять карты динамики процессов и прогноза возможных изменений природной среды при проведении природоохранных мероприятий или при изменении характера использования природных ресурсов.

Карты прогноза изменений среды необходимы для выбора оптимального варианта природоохранных мероприятий и методов рационального использования природных ресурсов, включая восстановление возобновляемых ресурсов, охрану среды от загрязнения и нежелательного необратимого изменения.

Для построения карт экологического прогноза особенно важно использовать оценочные показатели, которые отражают величину антропогенного воздействия на среду, степень окультуренности земель, используемых в сельском и лесном хозяйствах, соотношение культурных, улучшенных (мелиорированных) и опустыненных территорий. Карты прогнозов отражают направления развития природных ресурсов под воздействием антропогенных факторов, т. е. гипотетическое состояние изучаемой территории. Для них необходимо определение сроков прогноза и условий антропогенного воздействия (например, при сохранении существующего антропогенного воздействия или при проведении определенных реорганизаций в ведении хозяйства и, следовательно, в величине и направленности антропогенного воздействия). При составлении прогнозных карт для целей охраны окружающей среды необходимы данные о проведенных и запланированных мероприятиях по охране и рациональному использованию природных ресурсов для конкретно изучаемой территории. Завершается система картами охраны и рационального использования природных ресурсов, которые имеют оперативный характер и в то же время являются результатом анализа предыдущих карт.

В состав карт охраны природы и рационального использования природных ресурсов входят комплексная карта рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов и частные (покомпонентные) природоохранные карты. На комплексной карте отражаются главные направления охраны окружающей среды и рационального природопользования, размещение и характер проводимых и требуемых природоохранных мероприятий для ландшафта в целом.

для всех геосистем в их взаимосвязи и взаимовлиянии. При этом обязательно должны быть показаны необходимые мероприятия, направленные на восстановление нарушенных участков или участков с неправильно эксплуатируемыми природными ресурсами, а также требующих рекультивации или защитных мероприятий от возможного загрязнения среды.

На частных картах охраны и рационального использования определенного компонента ландшафта показываются размещение и характер конкретных мероприятий по охране и использованию только изучаемого компонента, например растительного покрова (или уже — лесов), почвенного покрова, подземных или поверхностных вод, или определенных комплексов, например болотных систем, песчаных массивов и т. д. При составлении таких карт необходимо учитывать вопросы охраны других природных компонентов и среды в целом, т. е. мероприятия по охране отдельного компонента или природно-территориального комплекса, предлагаемые на покомпонентных картах не должны противоречить мероприятиям по охране и рациональному использованию других компонентов или ландшафта в целом, предлагаемым на комплексной карте охраны окружающей среды, и рекомендуемым мероприятиям рационального использования природных ресурсов.

Таблица 2

Состав карт для обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов пустынь\*

Группы	Карты	
	комплексная	частные
Природного (экологического) потенциала	Ландшафтная	Потенциальной растительности (геоботаническая); четвертичных отложений
Современного состояния природных ресурсов	Использования земель	Современного растительного покрова; типов песков и степени их закрепленности; грунтовых вод
Оценки антропогенного воздействия	Антропогенных ПТК	Антропогенной нарушенности растительности; антропогенной измененности гидрогеологических условий
Природоохранная	Комплексная карта рекомендуемых природоохранных мероприятий	

\* Для этой серии прогнозирующие карты выполнены только в текстовой форме.

Для картографического обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов на основе космической фотоинформации, как минимум, необходимо составление и выдача потребителям:

ландшафтной карты (на морфоструктурной основе);

комплексной карты использования земель с характеристикой их современного состояния;

карты антропогенно измененных ПТК (или оценки антропогенного воздействия);

комплексной карты охраны природы и рационального использования земель (т. е. карты рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию земель), основанной на оценке произошедших и прогноза возможных антропогенных изменений геосистем.

Состав карт, направленных на обеспечение мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов и составляемых по космическим фотоматериалам, может быть проиллюстрирован табл. 2, где приведено соотношение карт, выполненных при разработке методики использования космических фотоснимков для природоохранного картографирования в аридных областях.

Роль и значение космической фотоинформации при составлении карт природоохранной тематики различны для разных карт. Наиболее широко эта информация применима при составлении карт природных условий и особенно оперативных карт современного состояния природных ресурсов и антропогенного воздействия на геосистемы.

Комплексные карты охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов (карты рекомендуемых мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов) являются картами-выводами и составляются на основании анализа предыдущих карт, выполненных по материалам космических фотосъемок и необходимых дополнительных данных.

Вполне очевидно, что первые две группы карт имеют многоцелевой и общенаучный характер, отвечающий первоочередным задачам советской картографии на современном этапе, что установлено анализом потребностей народного хозяйства. Таким образом, картографирование, направленное на создание карт охраны природы, является органической составной частью тематического картографирования.

Оптимальное отображение взаимосвязей при тематическом картографировании для обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию диктуется не только системным подходом к этому процессу, но и самими материалами космических фотосъемок, которые представляют собой интегральное изображение земной поверхности с определенными ее деталями и особенностями. На снимках находит отражение внешняя,

визуально познаваемая часть природно-территориальных комплексов, полная интерпретация которых возможна только на основании знаний о внутри- и межландшафтных взаимосвязях. В связи с этим при дешифрировании космических фотоснимков наиболее применимым является ландшафтный метод, позволяющий изучать и картографировать не только фотофизиономические компоненты среды, но и объекты, не имеющие на снимках прямого отражения в фототоне и рисунке изображения [9].

Ландшафтно-индикационное дешифрирование основывается на тесных внутри- и межландшафтных взаимосвязях, позволяющих судить по более легко наблюдаемым (физиономичным, по С. В. Викторову) компонентам ландшафта о более труднонаблюдаемых (деципиентных, по С. В. Викторову). При этом, как правило, практическое применение получают искусственно абстрагированные связи между физиономическими компонентами — индикаторами и деципиентными — объектами индикации.

Ландшафтно-индикационный подход позволяет широко использовать космические снимки для изучения, констатации и картографирования современного состояния природной среды, а не только компонентов, находящих непосредственное отражение на фотоснимках в тоне (цвете) или рисунке изображения. Собственно этот подход лежит в основе широко распространенного ландшафтного метода дешифрирования [4, 8]. Дешифрирование деципиентных компонентов проводится на основе использования индикационных связей между ними и фотофизиономическими их индикаторами. Следует отметить, что физиономичность компонентов ландшафта является переменной и определяется естественными причинами, условиями и масштабом съемки и типом используемых фотоматериалов. В связи с этим компоненты, фотофизиономичные на одних снимках, на других, имеющих меньшее разрешение на местности, могут не иметь дифференцированного фотоизображения и соответственно становятся деципиентными.

Особенности космической фотосъемки — охват значительной территории одним снимком, оптическая генерализация фотоизображения природных объектов — определяют некоторую специфику ландшафтно-индикационного дешифрирования и составления тематических космофотокарт (см. II, III).

С позиций картографирования взаимосвязанность карт, направленных на обеспечение природоохранных мероприятий, выражается в том, что для составления всех карт используется единая основа, обеспечивающая единообразие составляемых карт как по содержанию, так и по рисовке основных контуров.

Немаловажную роль играет определение рациональной последовательности составления карт, начиная от основных карт природных условий до завершающей карты рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Очередность составления карт на основе космических фотоматериалов включает первоначальное ландшафтное дешифрирование и составление предварительной ландшафтной карты или карты интерпретированных природных контуров, которая служит основой для составления покомпонентных карт природного потенциала, а затем и карт современного состояния природных ресурсов.

Использование космической фотонформации позволяет наиболее четко реализовать оптимальную последовательность разработки карт всей системы природоохранного и тематического картографирования. Только соблюдение определенной последовательности, при комплексном подходе к составлению серий, возможна правильная и достоверная оценка антропогенных изменений окружающей среды, что, в свою очередь, обеспечивает точность прогноза возможных изменений окружающей среды при определенных экономических предпосылках.

Рациональная последовательность разработки карт обеспечивает в дальнейшем их согласованность и взаимоувязанность, что в свою очередь значительно облегчает процесс редактирования и составления оригиналов карт.

Моделирование геокомплексов на основе космической фотонформации, обладающей различными параметрами, выполненной с различной степенью увеличения, открывает возможности серийного картографирования. Космическая информация позволяет получить картографическую документацию на различные регионы страны на основе специального районирования территории, поскольку природная и хозяйственная специфика каждого из регионов определяет как состав и масштабы карт, так и особенности их содержания. Карты, входящие в состав серии, можно разделить на общие, включаемые в серии на все регионы, и региональные, отражающие специфику и потребности определенного региона.

Рассмотрение природных закономерностей на разных геосистемных уровнях обеспечивается наличием разномасштабной космической фотонформации. Снимки мелких масштабов используются при проведении районирования или тематического картографирования больших регионов или страны в целом. Так, на основе обзорной фотосхемы составлена обзорная космофототектоническая карта Арало-Прикаспийского региона (масштаб 1 : 2 500 000), 1978 г. Снимки более крупных масштабов применяются для картографирования геосистем на уровне видов ландшафтов или урочищ и даже фаций. Примером могут служить карты, составленные при разработке методики картографирования по космическим фотоматериалам на отдельные регионы Советского Союза.

Реализация такого системного картографирования как для отдельных регионов, так и на страну в целом возможна только на основе широкого межведомственного сотрудничества.

В соответствии с принципиальной организационной схемой работа распадается на ряд основных этапов, выполнение которых может осуществляться ГУГК или отраслевыми организациями разной соподчиненности.

Получение космической фотоинформации, ее первичная фотографическая, фотограмметрическая обработка, фотометрическая и геометрическая нормализация с использованием оптико-электронной аппаратуры и ЭВМ, а также создание на ее основе картографических основ (фотопланов, фотокарт) являются задачами ГУГК. Тематическое дешифрирование и создание исходных оригиналов карт является прерогативой отраслевых специалистов. Окончательная редакционная обработка исходных оригиналов, редакционно-составительские, подготовительные и издательские работы осуществляются на картографических фабриках ГУГК.

Такая коллегиальность разработки тематических карт, в том числе карт для обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов, является необходимой предпосылкой осуществления комплексности системного картографирования.

Составление тематических карт по космическим фотоснимкам для обеспечения мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов осуществляется по определенным этапам или периодам, почти независимо от вида карты, ее места в серии, назначения и масштаба. Работы по составлению карт включают основные этапы: подготовительный; предварительное дешифрирование и составление макетов или предварительных оригиналов карт; контрольная проверка предварительных оригиналов карт и доизучение наземными методами (если недостает наземного обоснования); разработка исходных (авторских) оригиналов карт; составление и редактирование карт.

Дальнейшие работы, связанные с созданием издательского оригинала карт, красочной пробы и изданием карт, проводятся картосоставительскими организациями [38].

Характеристики основных этапов дешифрирования космической информации и составления исходных оригиналов карт рассмотрены в III и IV.

Весь объем работ необходим главным образом при составлении карт природных условий и современного состояния природных ресурсов, которые требуют наиболее полного и последовательного использования космической фотоинформации.

Для составления оперативных карт оценки антропогенного воздействия, карт прогноза природных и антропогенных изменений среды используют уже существующие карты. Анализ и сопоставление этих карт, с одной стороны, и дешифрирование разновременной космической фотоинформации, с другой, позволяют приступить к составлению оперативных карт уже при составле-

нии исходных оригиналов карт природных условий. После составления аналитических карт и выполнения ряда дополнительных операций составляют результирующие карты природоохранной серии — комплексную и частные карты рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Четкая организация работ может обеспечить составление карт за минимальный срок.

Однажды выполненные карты природных условий обновляются примерно через 10—15 лет. Оперативные карты, т. е. обеспечивающие мероприятия по охране и рациональному использованию природных ресурсов, должны периодически пересоставляться в связи с пятилетним циклом планирования, принятого в стране, примерно через 3—5 лет.

При пересоставлении тематических карт большое значение имеет автоматизированное считывание с повторных материалов космических съемок, изменений в состоянии использования земель и природных ресурсов, произошедших за исследуемый промежуток времени.

Дальнейший оперативный анализ может дать быстрые и достоверные данные для составления карт оценки и дальнейшего прогноза возможных антропогенных изменений окружающей среды. Таким образом, может быть осуществлен геосистемный мониторинг, направленный на оптимизацию природопользования, на наиболее полное использование возобновляемых природных ресурсов в интересах народного хозяйства.

Первые эксперименты и опытно-производственные работы по составлению серий тематических карт, направленных на картографическое обеспечение мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов, проведены Госцентром «Природа» совместно с научными и производственными организациями отраслевых министерств и ведомств, институтами Академии наук СССР и союзных республик.

Проведенные эксперименты способствовали разработке методики составления тематических карт и подтвердили возможность значительного сокращения сроков создания карт при использовании средств космического зондирования, особенно при системном картографировании удаленных и труднодоступных регионов. Составленные таким способом карты характеризуются значительно большей детальностью рисовки контуров, а также объективностью границ и природных рубежей по сравнению с картами, создаваемыми традиционными методами.

Развертывание работ по системному картографированию природных ресурсов на основе космической информации совместными усилиями картографов, географов и отраслевых специалистов является важной государственной задачей, так как создает надежную основу планирования рационального использования природных богатств страны и их охраны.



## **II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КАРТ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

### **II.1. ЛАНДШАФТНЫЕ КАРТЫ КАК КОМПЛЕКСНЫЕ КАРТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Карты природных условий необходимы для выявления основных природных закономерностей и установления потенциальных экологических возможностей территории. Наиболее полно эти условия отражаются на ландшафтной карте.

Ландшафтное картографирование, несмотря на всеми признанное значение этих карт, начало проводиться сравнительно недавно. Ландшафтные карты мелких масштабов составлены на отдельные области и республики и опубликованы в соответствующих атласах. На ряд регионов составлялись также и более крупномасштабные ландшафтные карты, однако в большинстве случаев они не опубликованы или публиковались лишь их фрагменты в статьях, затрагивающих принципиальные вопросы ландшафтоведения или ландшафтного картографирования [18]. Работы по ландшафтному картографированию в Советском Союзе и особенно за рубежом рассредоточены по отдельным группам исследователей, локализуясь преимущественно в университетах или научно-исследовательских институтах.

Такое положение привело к тому, что составляемые обзорные ландшафтные карты имеют различные принципы построения легенд, различную нагрузку, характеристику отображаемых таксономических единиц и детальность их выделения.

Анализ большинства ландшафтных карт показывает, что они представляют собой, как правило, синтез отдельных покомпонентных карт, главным образом карт рельефа и почвенно-растительного покрова, или же являются схемами физико-географического районирования территории с той или иной степенью дробности расчленения. Такие карты, как отмечают А. Г. Исаченко и А. А. Шляпников\*, не отвечают своему назначению и названию. Подчиненное значение ландшафтных карт подчеркивается расположением их в сериях карт или атласах: они, как правило, заключают, замыкают карты природы, т. е. помещаются в виде завершающего обзора всех покомпонентных карт.

Однако ландшафты являются не просто суммой отдельных компонентов, а представляют собой особое физико-географиче-

\* Исаченко А. Г., Шляпников А. А. О содержании обзорных ландшафтных карт. — Вестн. ЛГУ, 1974, № 6, с. 97—105.

ское единство (или сложную геосистему различных естественно-энергетических уровней) со своими законами развития и морфологической выраженностью, наличием внутри- и межландшафтных взаимосвязей. Системный подход к изучению и картографированию ландшафтов предопределяет необходимость разработки ландшафтных карт нового типа, на которых нашли бы отражение эти внутри- и межландшафтные взаимосвязи, т. е. помимо отражения на картах закономерностей распределения физиономических компонентов ландшафта большое значение приобретает отражение деципиентных компонентов в их связи и выраженности в морфологии ландшафта. Такие карты необходимы для обоснования географического прогноза, для правильного планирования мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. Так, для обоснования географического прогноза, как отмечает В. С. Михеев\*, ландшафтная карта должна: 1) реализовать принцип комплексности на основе многоступенчатого подразделения и выявления структурных начал организации природной среды, что предполагает не аналитическую (покомпонентную), а синтетическую форму обобщения; 2) осуществлять показ динамического состояния геосистем (коренных, мнимокоренных, спонтанных, антропогенных); 3) обладать повышенной информационной емкостью.

Ландшафтные карты, построенные подобным образом, должны быть центральными в серии тематических карт географического содержания и при создании серии должны служить основой для построения покомпонентных карт. Для составления такой ландшафтной карты необходимо проведение специальных исследований.

Наиболее полно такому ландшафтному картографированию отвечают труды А. Г. Исаченко [17, 18] и В. А. Николаева [35], разработавших методику мелко- и среднемасштабного ландшафтного картографирования. Составленная под руководством В. А. Николаева предварительная ландшафтная карта являлась основой для построения других покомпонентных карт при создании атласов природы Целиноградской и Кустанайской областей и Алтайского края.

При составлении легенды к такой карте используется таксономическая классификация, строящаяся по принципу от общего к частному (табл. 3) [35]. Для пустынных регионов аналогичная классификация еще ранее была предложена М. П. Петровым\*\*. Практически она была использована нами при построении обзорных ландшафтных карт зарубежных пустынь [12].

\* Михеев В. С. Ландшафтно-картографическая основа географического прогноза.— В кн.: Теория и метод. вопросы прикладн. картогр. Иркутск, 1977. с. 19—21.

\*\* Петров М. П. О классификации пустынь земного шара.— Изв. Всес. геогр. об-ва, 1969, № 6, с. 489—498.

Таблица 3

Классификационные категории ландшафтов и признаки их выделения (фрагмент)

Главные категории	Таксоны и примеры
Тип контакта и воздействия геосфер в структуре ландшафтной оболочки	Отделы: ландшафтов суши, под-ных ландшафтов
Энергетическая база ландшафтов — по-ясно-зональные различия подно-теплого баланса	Системы: субарктических, бо-реальных, суббореальных, семи-ридных ландшафтов и др.
Секторные климатические различия, кон-тинентальность климата	Подсистемы: суббореальных, семиаридных ландшафтов: умерен-но континентальная, континенталь-ная, резко континентальная
Морфоструктуры высшего порядка (эле-менты мегарельефа), тип природной зо-нальности (горизонтальной или верти-кальной)	Классы: равнинных ландшаф-тов, горных ландшафтов
Морфоструктуры второго порядка (мор-фогенетические подразделения макро-рельефа)	Подклассы равнинных ланд-шафтов: низменный, возвышенный
Почвенно-климатические признаки на уровне типов почв и классов раститель-ных сообществ	Типы ландшафтов: лесо-степной, степной и т. д.

Влияние геологоструктурных условий на ландшафтную дифференциацию в климатически однородном регионе весьма наглядно можно проследить на примере аридных областей, кото-рые выделяются по соотношению тепла и влаги. М. П. Петров\* предложил многоступенчатую классификацию пустынь, приве-денную в табл. 4:

I ступень — подразделение пустынь по характеру их климата на аридные и экстрааридные;

II ступень — выделение внутри них морфоструктурных об-ластей;

III ступень — выделение в каждой морфоструктурной обла-сти лито-эдафических типов пустынь по характеру их поверх-ностных отложений и почво-грунтов (например, песчаные, щеб-нистые, каменистые и т. д.);

IV ступень — дальнейшее подразделение лито-эдафических типов пустынь на ландшафтные типы по характеру раститель-ного покрова.

\* Петров М. П. Пустыни земного шара. Л., Наука, 1973.

Таблица 4

## Многоступенчатая классификация пустынь (по М. П. Петрову)

Ступень	Критерий выделения	Выделяемые таксоны
I	Характер климата	Система аридных и экстрааридных пустынь
II	Морфоструктурные признаки (в пределах каждой системы)	Классы или морфоструктурные области (денудационно-тектонические дочетвертичные, структурные платформенные равнины мелового и палеогенового возраста)
III	Характер поверхностных отложений и почво-грунтов (в пределах каждой морфоструктурной области)	Группа типов ландшафтов (или лито-эдафические типы пустынь) — песчаные, щебинистые и т. д.
IV	Характер почвенно-растительного покрова (в пределах лито-эдафического типа пустынь)	Типы ландшафтов

Такой подход к построению ландшафтной карты оказался наиболее целесообразным при использовании материалов космической съемки.

Космические фотоснимки благодаря оптической генерализации природных образований представляют оперативно читаемую информацию в области морфоструктурного строения земной поверхности. Особенности их фотоизображения позволили подойти к построению ландшафтной карты на морфоструктурной основе, т. е. с учетом структурно-тектонического строения территории и его отражения в рельефе и всех выявленных предыдущими исследованиями внутриландшафтных взаимосвязей между компонентами ландшафта. В то же время космические фотоснимки, обладающие значительной обзорностью, служат важным материалом для изучения пространственных межландшафтных связей между отдельными морфологическими элементами ландшафта или между соседними ландшафтами, т. е. между геосистемами различного уровня. Изучение таких межландшафтных взаимосвязей и взаимозависимостей раскрывает широкие перспективы для изучения динамики природных компонентов, например динамики геохимических и грунтовых потоков.

При построении этих карт нами проводилось выделение картографируемых единиц сверху вниз, т. е. от общего к частному, поэтому первоначально выделялись наиболее общие закономерности и единицы наиболее крупного таксономического ранга.

При составлении ландшафтной карты по космическим фотоматериалам на первом этапе выделялись морфоструктурные области, характеризующиеся сочетаниями определенных классов, типов ландшафтов, приуроченных к определенным морфоструктурам высшего порядка (элементам мегарельефа), с учетом природной зональности (горизонтальной в равнинных областях, вертикальной поясности — в горах). Дальнейшее подразделение осуществлялось на основе выделения морфоструктур второго порядка (по морфогенетическим подразделениям макрорельефа) с учетом лито-эдафических условий. Наконец, виды ландшафтов и их морфологические подразделения обособлялись по сочетанию мезоформ рельефа и почвенно-растительного покрова, образуящему на снимках характерные оттенки фототона и определенные рисунки фотоизображения.

На рис. 1 представлены природно-территориальные комплексы пустынного плато Устюрт, приуроченные к определенным геолого-структурным условиям. К прямо отраженным в рельефе антиклинальным структурам приурочены пологоувалистая 1 полого-холмистая несколько расчлененная и сложенная куэстами 2 равнины. Пологоувалистая равнина, в сложении которой принимают участие суглинки, глины, известняки и гипсы, занята боялычево-биюргуновым комплексом, местами с разреженными группировками кырк-бууна по участкам бозынгов, средним и сильным сульфатно-кальциевым и хлоридно-сульфатно-кальциевым засолением почв. Пологохолмистая равнина, также сложенная суглинками и известняками с прослойками гипса, занята комплексом полынно-биюргуново-кустарниковых сообществ. Засоление почв сульфатно-кальциевое от среднего до сильного. Эти природно-территориальные комплексы являются областью местного питания грунтовых вод. На пологоувалистой равнине солоноватые грунтовые воды залегают на глубине 40—60 м; пологохолмистая расчлененная равнина сильно сдренирована, лишь по сухим руслам встречаются малоощущаемые грунтовые потоки.

Природно-территориальные комплексы, приуроченные к структурным ступеням, седловинам и другим переходным структурным участкам, представлены: пологонаклонной слабоувалистой суглинистой равниной с полынно-боялычево-биюргуновым комплексом и со значительным участием мелких такыров 3; слабонаклонной суглинистой равниной с полынно-биюргуново-черносаксауловым комплексом и с участием крупных такыров изометрической формы 4; плоской равниной с большими увалами и такырами, занятой комплексом биюргуново-полынно-кусрековых сообществ 5; пологой слабонаклонной равниной, осложненной мелкими куэстовыми уступами, занятой биюргунниками с участием черного саксаула и кустарников 6. Здесь также доминируют суглинки и глины, перекрывающие известняки, местами встречаются гипсы; засоление почв от среднего

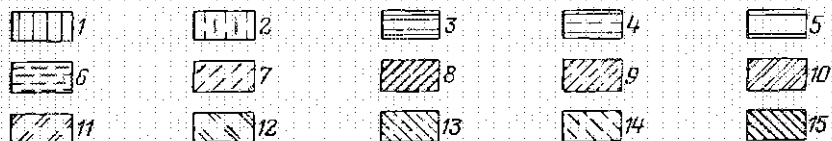
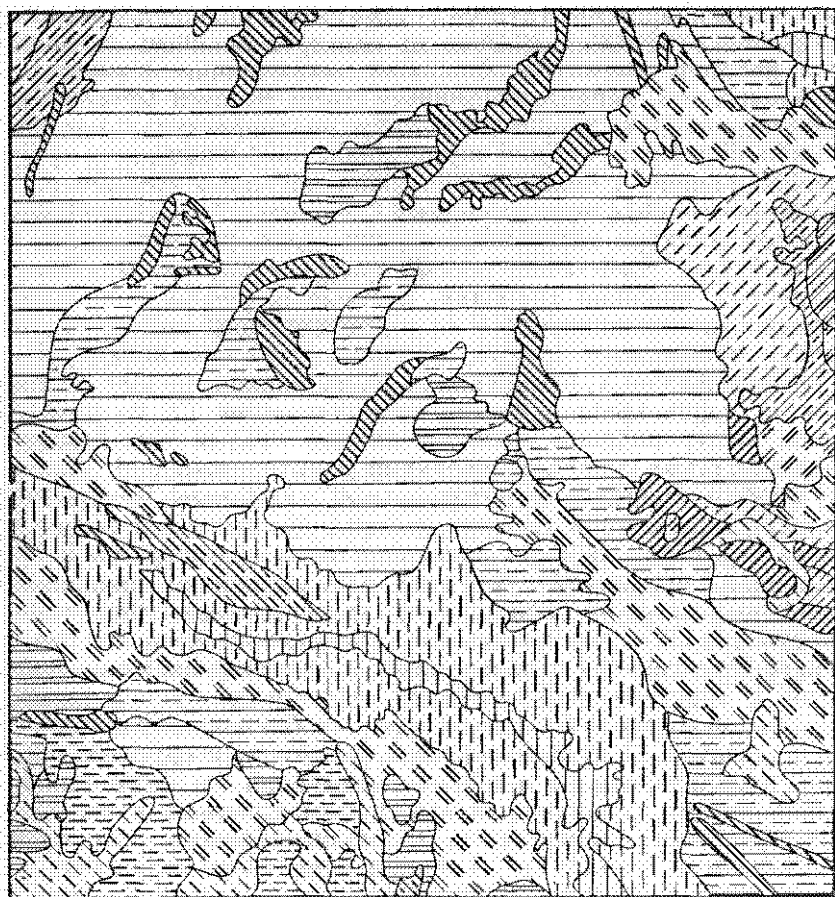


Рис. 1. Ландшафтно-индикационная карта Юго-Восточного Устюрта, составленная по космическим фотоснимкам (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

до сильного, преимущественно сульфатно-кальциевого типа. Это области транзита грунтовых вод, которые распространены спорадически. Воды солоноватые и соленые.

К прямо отраженным в рельефе синклинальным структурам приурочены природно-территориальные комплексы бессточных впадин 7—11, в сложении которых доминируют суглинки, глины,

илы и соль. Засоление грунтов сульфатно-хлоридно-кальциевое и хлоридно-сульфатно-натриевое от сильного до очень сильного. Эти впадины являются областями аккумуляции и разгрузки грунтовых вод, характеризующихся очень высокой минерализацией. Во впадинах различаются природно-территориальные комплексы периферии впадин, включающие слабонаклонную сутлинистую равнину с биюргуново-черносаксауловым комплексом и мелкими солончаками и такырами 7; склоны и террасированные участки, занятые комплексом галофильной растительности 8, днища впадин. Собственно днища впадин занимают солончаки: бугристый гипсовый солончак, местами с поташниково-черносаксауловым сообществом 9 по периферии, комплекс бугристых песков, насыщенных солями, и солончаковых понижений с кандымово-черносаксаулово-реамюриевыми группировками по буграм и сарсазаново-ксуреково-поташниковыми 10 по понижениям. Центр впадины занимает обычно пухлый или бронированный солями солончак, лишенный растительности 11.

Особые природно-территориальные комплексы приурочены к зонам повышенной трещиноватости, обусловленной структурными условиями (крылья антиклинальных структур, зоны тектонических нарушений). Для этих ПТК характерно присутствие различных карстово-суффозионных форм рельефа. Выделяются следующие ПТК: пологонаклонная сутлинистая равнина с биюргуново-боялычевыми сообществами и ориентированными такырами с карстово-суффозионными провалами и провалами, которые выделяются благодаря зарослям боялыча, курчавки, черного саксаула 12; грабенобразное понижение с крупным такыром, расположенным в наиболее пониженной его части, с пологонаклонными склонами, занятыми биюргуновыми и полынно-биюргуновыми сообществами 13; долинообразные понижения с карстовыми провалами — анами, с комплексом биюргульников, черносаксаульников с участием тамарисов, сарсазана и поташника 14; замкнутые неглубокие долинообразные понижения с комплексом черносаксаульников и такыров, лишенных растительности 15.

При составлении окончательного оригинала ландшафтной карты территорий, отличающихся сложной структурой, например горных, границы высших таксономических выделов в ряде случаев уточнялись на основе анализа структурной неоднородности природно-территориальных комплексов низших рангов.

Для составления ландшафтной карты на основе дешифрирования космической фотoinформации необходимо установить существующие ландшафтные взаимосвязи как между компонентами ландшафта, так и между ландшафтами и их группами разного таксономического ранга. Это позволяет наиболее полно интерпретировать материалы космических фотосъемок и методически правильно подойти к составлению серий карт, направленных на обеспечение мероприятий рационального использо-

Таблица 5

Схема ландшафтно-индикационных связей, используемых при ландшафтном дешифрировании

Вид связи	Индикаторы	Признаки выделения	Дешифрируемые объекты
Внутриландшафтные (вертикальные)	Физиономические компоненты ландшафта — индикаторы (формы рельефа, иногда растительности)	Структура фотоснимка	Труднонаблюдаемые компоненты ландшафта — (грунтовые воды, почвы и т. д.)
Межландшафтные (горизонтальные)	Морфологическая структура ландшафта, сопряженность ландшафтных элементов	Текстура фотоснимка	Стадии экзогенных процессов, генезис явлений и объектов

вания природных ресурсов и охраны окружающей среды. В табл. 5 приведена схема таких взаимосвязей, используемых при ландшафтном дешифрировании космических фотоснимков.

В качестве примера, иллюстрирующего некоторые внутриландшафтные взаимосвязи (табл. 6), приведена схема ландшафтной структуры песчаной пустыни, развитой в условиях обращенно-прямой синклинали, где пески подстилаются толщей водоупорных глин палеогенового возраста, обуславливающих формирование подпесчаной линзы пресных грунтовых вод.

Использование при ландшафтном дешифрировании всего комплекса внутри- и межландшафтных взаимосвязей позволяет установить дешифровочные признаки физиономических компонентов ландшафта и использовать их для изучения и картографирования деципиентных компонентов ландшафта и выявления их антропогенной изменчивости.

Результаты выявления ландшафтных взаимосвязей между физиономическими и труднонаблюдаемыми компонентами ландшафта обычно оформляются в виде различных таблиц, схем или графиков. Примером может служить ландшафтно-гидроиндикационные таблицы, составленные для районов песков Саускан (см. табл. 6) и низовьев Амударьи (табл. 7).

Таблицы, отражающие ландшафтные взаимосвязи, служат основой для построения легенд к составляемым ландшафтным и ландшафтно-индикационным картам. Они представляют собой классификационное ранжирование картографируемых ландшафтных единиц, их соподчиненность и взаимосвязанность.

При использовании таблиц ландшафтных взаимосвязей для построения легенд к космофотоландшафтным картам были применены как табличные формы легенд, так и обычные текстовые. Использование табличной формы легенды (табл. 8) позволяет более полно охарактеризовать выделяемые ландшафтные единицы, показать их внутреннюю соподчиненность и генетическую



Таблица 6

Ландшафтно-гидрондикационная схема-таблица песчаного массива Саускан

Тип пустыни	Гидродинамическая область	Индикаторы — рельеф и растительность
Песчаная пустыня	I. Область питания вод подпесчаной линзы	Крупнобугристые и бугристо-градовые пески, незакрепленные, с единичными кустами джугуна
		Комплекс бугристых песков с бозгонно-чагыровыми сообществами и вытянутых плоских понижений с сообществами фреатофитов (тростник, джантак, солодка, чий и др.), занимающих от 32 до 55 % площади
		Комплекс крупнобугристых песков, закрепленных бозгонно-чагыровым сообществом, и понижений с сообществами фреатофитов, занимающих до 8 % площади
		Долинообразное понижение с комплексом сообществ чия
	III. Область выклинивания пресных вод подпесчаной линзы	Пологобугристо-увалистые пески с терескеново-бозгонно-чагыровым сообществом по буграм и джантаково-чагыровым с чием и шиттары по понижениям, занимающим до 50 % площади
		Долинообразное понижение с комплексом солончакового чиевника, тростниково-джантаково-франкениевым сообществом и солончаковыми участками, лишенными растительности
		Супесчаная слабоволнистая равнина с полынно-тростниково-франкениевым сообществом с участием чия и джантака

близость. В приведенном примере (см. табл. 8) по горизонтали отражается литолого-генетическая основа выделяемых ландшафтных единиц, а по вертикали — соответствующие им сочетания биоценозов (фитоценозов). Табличная форма легенды, очевидно, более наглядна и более соответствует назначению карты как центральной в серии карт природных условий. В табл. 9 приведена легенда к предварительной ландшафтной карте Устькутского участка (Прибайкалье), выполненная в обычной текстовой форме. В этом случае особо не выделялись

## (Мангышлак)

Грунтовые воды		Расход пресной воды на эвапотранспирацию с площади контура, м³
Глубина залегания, м	Минерализация	
5—10 (понижения), 10—15 (бугры)	Пресные	—
1,5—2,5 (понижения), 3—5 (бугры)	Пресные	14 635,98
1,5—2,5 (понижения), 3—5 до 10 (бугры)	Пресные	7 986,9
1—1,5	Пресные и слабосо- новатые	19 035,6
1,5—2,5 до 3 м (понижения), 3—5 (бугры)	Пресные и соленоватые	952,4
1,5—2,5	От пресных до солоно- ватых и соленых	5 396,4
1,5—2,5 до 3 м		8 165,6

ни физиономичные, ни дециментные компоненты ландшафта, а приведена их общая характеристика.

В результате обобщения нашего опыта разработки ландшафтных карт на основе использования космических фотоснимков можно сформулировать принципы их составления:

1) ландшафтная карта, являясь самостоятельным картографическим документом, должна отражать внутри- и межландшафтные взаимосвязи, а не только морфологическую структуру ландшафта или его физиономичных компонентов;

Таблица 7

## Ландшафтно-индикационная схема низовьев Амударьи (фрагмент)

Ландшафты	Физиономические компоненты
Современная долина реки	Тугайная пойма и острова с ивово-лоховыми и лохово-тополовыми тугаями, солодково-крупнотравными лугами
	Слабобугристая и бугристая песчаная и песчано-глинистая равнина, иногда с комплексом солончаковых понижений с полынно-кустарниковыми и полынно-джартаковыми сообществами
	Орошаемые земли Слабобугристая равнина с обширными понижениями, комплексом полынно-солодково-тростниковых сообществ
Древнедельтовые равнины	Такыровидная пологонаклонная равнина в комплексе с солончаками и небольшими песчаными массивами
	Пологоволнистая наклонная равнина, занятая комплексом супесчано-суглинистых отложений с полыньниками и бугристых песков с полынно-кустарниковой растительностью
	Замкнутые понижения, частично занятые искусственными озерами, образовавшимися в результате сброса поливных вод, окруженными солончаками и солончаковыми болотами с зарослями тростника и солянок в комплексе с равнинными переувлажненными участками, орошаемые земли

2) ландшафтная карта должна составляться на основе морфоструктурного анализа, на ней должны отражаться потенциальные возможности территории, т. е. она является комплексной картой экологического потенциала;

3) при построении ландшафтной карты на основе использования космической информации дешифрирование снимков и фотокарт проводят по принципу от общего к частному, руководствуясь таксономической классификацией ландшафтов;

4) морфоструктурная основа ландшафтной карты даст материал для выявления геохимических потоков, распределения различных элементов ландшафта и служит основой для создания карт растительности, почв, грунтовых вод и др.;

Детальные компоненты

Грунтовые условия	Гидрогеологические условия (для грунтовых вод)
Лессовидные и песчаные аллювиальные отложения	Грунтовые воды пресные
Суглинистые аллювиальные и песчаные эоловые отложения	Область транзита грунтовых вод и частичной разгрузки искусственных потоков
Супесчаные и суглинистые аллювиальные отложения	Область антропогенного влияния на гидрогеологические условия, грунтовые воды пестрые по минерализации
Глинистые и лессовидные древне-аллювиально-дельтовые отложения в комплексе с песчаными эоловыми и сорвыми отложениями	Область фильтрации поверхностных вод, транзита грунтового потока по сухим руслам, аккумуляция солей по понижениям
Древнедельтовые и эоловые отложения	Засоление и постепенное выклинивание грунтового потока
Древнедельтовые и озерно-солончаковые отложения	Область фильтрации поверхностных вод, транзита грунтового потока, антропогенное засоление грунтового потока

5) ландшафтная карта должна быть центральной (исходной) в серии покомпонентных карт и использоваться при построении синтетических карт природоохранной тематики;

6) покомпонентные карты строят на основе ландшафтной карты путем уточнения и детализации специфических особенностей конкретного компонента, тогда как ландшафтная карта в основном направлена на отражение внутри- и межландшафтных взаимосвязей.

При разработке ландшафтной карты по космическим материалам для составления легенды использовались как описательные и картографические работы, так и работы, освещающие общие геоморфологические, геологические и тектонические

Таблица 8

Легенда к ландшафтной карте Юго-Западного Приаралья (фрагмент)

Растительность	Морские			
	Плоские	Бугристо- грибовые	Наклонные	
			Песчаные	Глини- стые
		Песчаные в комп- лексе с солян- чаками		
Лишенные растительного покрова со- лопчаки	1			1а
Поташниково-сарсазановые сообще- ства с участием солероса и сведово-со- лянковых групп		4		2
Линейно-полосчатые комплексы моно- ценозов тамарикса с участием лебеды и солероса			5	
Сведово-солянковые сообщества с еди- ничным тростником		3		
Тамариксовые сообщества с участием жузгуна и галофитов по понижениям				
Бугристые сарсазанники				
Кейреуково-боялычевые с участием черного саксаула				
Кейреуково-боялычевые с участием биюргуна, деградировавшего и отмер- шего саксаула				
Тамариксово-сарсазановые сообще- ства на месте отмершего саксаула				
Саксаулово-солянковые сообщества с участием жузгуна и курчавки				
Смешанносаксаульники с участием бо- ялыча и курчавки				
Ивовые тугай с участием тростника				
Тамариксовые тугай с участием ту- ранги				
Тростниковые заросли				6
Белосаксаульники полынные с уча- стием жузгуна и черкеза				
Смешанносаксаульники полынные				
Белосаксаульники с фрагментами та- мариковых тугаев по заболоченным понижениям				
Белосаксаульники с участием биюр- гуна				

Ландшафты равнины

Аккумулятивные				Денудационные			
Озерные				Дельтовые		Эоловые	
Полого-наклонные	Полого-ступенчатые	Плоские	Мелко-бугристые	Плоские		Бугристо-грядовые	
Суглинисто-глинистые с галькой	Песчано-галечниковые и суглинистые	Супесчано-щебнистые	Песчаные	Супесчано-песчаные	Илисто-суглинистые	Песчаные	Песчано-щебнистые
7	8 9	10 11	12	13 14	15	16 17 18	19

Таблица 9

Легенда к схеме дешифрирования космических фотоснимков  
Устькутского участка (Прибайкалье)

Пластовые плоскогорья, сложенные почти горизонтально залегающими карбонатными и мергелистыми породами, песчаниками, аргиллитами, глинами ордовикского возраста

1. Пологохолмистые водоразделы, слабо расчлененные неглубокими долинами, занятые преимущественно лиственничной тайгой и березняками.
- 1—1. Сосново-лиственничные и лиственничные леса на преимущественно мергелистых толщах.
- 1—2. Лиственничники с пихтой и кедром на суглинках и супесях, подстилаемых аргиллитами, часто переувлажненные, с криогенными формами рельефа.
- 1—3. Березняки и кустарниковые заросли на гарях и старых лесосеках.
- 1—4. Сочетания травянистых и кустарниковых сообществ на переувлажненных суглинках, подстилаемых аргиллитами, с криогенными формами рельефа.
2. Различно эродированные склоны с обнажениями коренных пород, занятые сосново-лиственничными и кедрово-лиственничными лесами.
- 2—1. Сочетание лиственничных сосняков и петрофитных группировок по выходам устойчивых к выветриванию карбонатных пород.
- 2—2. Сосново-лиственничные и лиственничные леса по относительно пологим склонам на карбонатных породах.
- 2—3. Кедрово-лиственничные леса по относительно пологим склонам преимущественно северных экспозиций, сложенных суглинками, подстилаемых аргиллитами с прослоями песчаников и алевролитами.
- 2—4. Березняки, смешанно-березовые леса и кустарниковые заросли по гарям и старым лесосекам.
- 2—5. Почти лишенные растительности крутые обрывы красных пластичных глин.
- 2—6. Современные лесосеки со значительными нарушениями почвенного покрова.
3. Долины рек с сочетаниями древесно-кустарниковой и лугово-болотной растительности на аллювиальных отложениях, подстилаемых преимущественно красными пластичными глинами.
- 3—1. Ельники и лиственнично-еловые леса, иногда с пихтой, преимущественно по долинам небольших рек.
- 3—2. Сосново-лиственничные с березой леса по долинам рек.
- 3—3. Луговые, лугово-болотные и болотные сообщества, иногда с группами слей и кустарников, по террасам и устьям рек.
4. Небольшие поселки и прилегающие к ним территории.

особенности картируемого региона (преимущественно картографического характера) в связи с тем, что ландшафты рассматриваются как взаимнообусловленный комплекс геологического строения, состава поверхностных отложений, рельефа, условий увлажнения, почвенно-растительного покрова.

В качестве примера может служить ландшафтная карта Ферганской долины, составленная с использованием космической информации.

На ландшафтной карте Ферганской долины (рис. 2) выделены природно-территориальные комплексы прямоотраженных в рельефе поднятий, впадин и прогибов. Ландшафты умеренно расчлененных средневысотных гор, приуроченных к поднятиям, имеют уплощенные вершинные поверхности с доминированием денудационно-эрозионных форм рельефа и слабо выраженной вертикальной поясностью растительности. Также выделяются

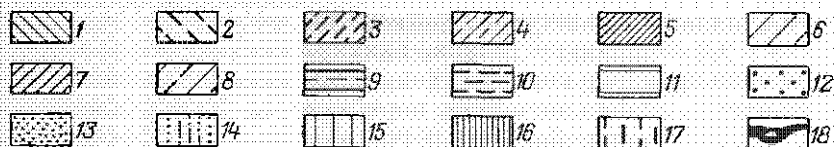
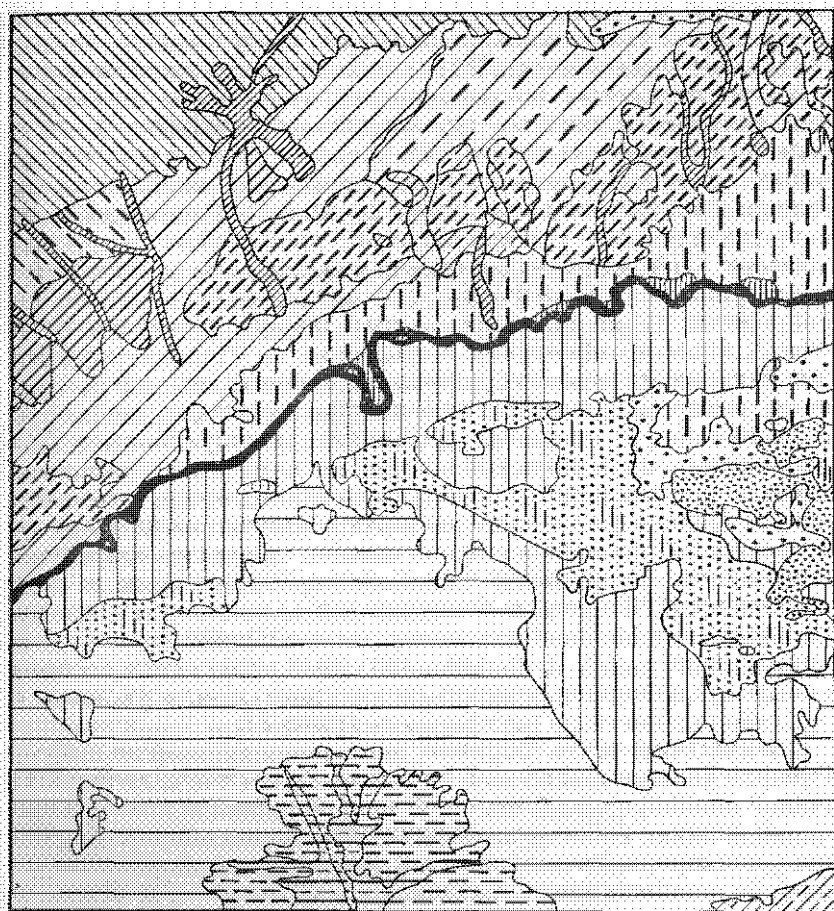


Рис. 2. Ландшафтная карта Ферганской долины, составленная по космическим фотоснимкам (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

стенные и лугово-степные ПТК пологих средне и слабо расчлененных склонов и уплощенных вершинных поверхностей 1 и полупустынные и сухостепные ПТК, слабо и сильно расчлененных склонов низкогорий и краевых частей среднегорных хребтов 2. Ландшафты аккумулятивно-эрозийных подгорных и внутригорных неравномерно расчлененных равнин, приуроченные преимущественно к



щественно к прогибам и склонам крупных межгорных впадин, осложненных локальными поднятиями, представлены полупустынными и сухостепными ПТК сильно и слабо расчлененными склонами останцовых возвышенностей, сложенных пестроцветными толщами и занятых группировками галофитов 3; полупустынными и сухостепными ПТК средне и слабо расчлененных пологих склонов возвышенностей, сложенных карбонатно-песчанниковыми толщами и занятыми полынно-солянковыми и полынно-типчаковыми сообществами 4; пустынными и полупустынными ПТК аллювиально-пролювиальных наклонных подгорных равнин, слившихся конусов выноса и сухих дельт, где различаются почти лишенные растительности галечники сухих русел 5, полынно-эфемерные сообщества на суглинисто-щебнистых наклонных равнинах слившихся конусов выноса 6, культурные земли на суглинисто-галечниковых участках долин и конусов выноса 7; наконец, пустынные, полупустынные ПТК пролювиально-аллювиальных слабо расчлененных задырных равнин, в значительной степени освоенных под орошаемое земледелие 8. Ландшафты эрозионно-аккумулятивных подгорных пологонаклонных равнин и конусов выноса, приуроченных к периферии впадин и прогибов, представлены пустынными и полупустынными ПТК, часто освоенными под орошаемое земледелие. Здесь выделяются почти лишенные растительности галечники по днищам сухих русел 9, полынно-злаковые сообщества по повышенным суглинисто-галечниковым участкам между руслами 10 и культурные земли по периферии впадины 11.

Центральную часть Ферганы занимают ландшафты аккумулятивных равнин межгорной впадины. Здесь выделяются ПТК эоловой слабобугристой песчаной и аллювиальной слаборасчлененной равнин. ПТК эоловой равнины представлены: барханскими песками, почти лишенными растительности, расположенными на аллювиальных лессовидных суглинках 12; бугристо-барханскими песками, слабо закрепленными группировками селина, кандымов, саксаулов 13; комплексом бугристо-барханских песков с группировками селина, кандымов и саксаулов и засоленных суглинистых понижений с сообществами галофитов, где встречаются кермек, поташник, карабарак 14. Местами эта равнина искусственно разровнена и осваивается под поливное земледелие 15. Аллювиальная равнина долины реки представлена поймой и террасами с лугово-болотной и тугайной 16 или культурной растительностью 17. Хорошо прослеживается русло реки 18.

Ландшафты картируемой территории (см. рис. 2) отличаются чрезвычайно большим разнообразием: от равнинных пустынных до высокогорий со снежниками и мелкими ледниками. Обзорность космических снимков и уточненной фотокарты позволила сразу четко выделить группы типов ландшафта по макрорельефу, предопределенному тектоническим планом строения территории.

Ландшафты внутри этих групп характеризуются преобладающим типом процессов денудации или аккумуляции рыхлых отложений, движениями грунтовых потоков и перераспределением химических макро- и микроэлементов.

Таким образом, ландшафтная карта, составляемая по космическим фотоматериалам и отражающая природные взаимосвязи, рассматривается нами как комплексное отражение природного (экологического) потенциала картографируемой территории.

## **II.2. КАРТЫ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ**

Эти карты предназначены для характеристики современного состояния природных ресурсов на определенный срок с учетом естественной и антропогенной измененности ландшафтов. Составление таких карт в виде самостоятельных картографических произведений целесообразно для территорий, уже освоенных хозяйственной деятельностью. Для слабо освоенных регионов оправдан показ антропогенной нарушенности природных комплексов на ландшафтной карте. В этом случае динамические характеристики геосистем отображаются путем введения в легенду ландшафтной карты характеристик факторально-динамических рядов природных комплексов, а также обособленным в легенде специальным разделом, включающего характеристику антропогенной измененности геосистем.

Основное содержание карт современного состояния окружающей среды, составляемых по материалам космических фотосъемок, определяется перечнем тех сведений, которые необходимо иметь для научно обоснованного прогноза и планирования хозяйственных мероприятий. Так, для разработки рекомендаций по снижению отрицательного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду необходимы данные, характеризующие современное состояние как всей территории в целом, так и отдельных ее компонентов.

Наиболее важными являются показатели распределения земельного фонда, характер его использования в народном хозяйстве, состояние земель и сельскохозяйственных угодий. При характеристике распределения земельного фонда на картах должны быть выделены территории, занятые под сельскохозяйственные угодья, лесной фонд, водный фонд, территории городов и промышленных комплексов, транспортные магистрали, зоны рекреации и заповедные территории, наконец, участки земель, не используемых в народном хозяйстве. Для земель сельскохозяйственного использования на карте должно найти отражение функциональное разделение пахотных земель на богарные и орошаемые, сады и виноградники, сенокосы, пастбища и др.

Для дальнейшего прогнозирования возможных антропогенных изменений окружающей среды и для принятия научно обоснованных решений по рациональному использованию природных ресурсов необходимы данные об их состоянии. В связи с этим на картах должно найти отражение современное состояние земель.

Для земель сельскохозяйственного использования должны быть выделены площади орошаемых или осушенных земель, территории, нарушенные процессами эрозии, выбывшие из сельскохозяйственного использования в результате нарушения другими процессами или хозяйственной деятельностью (нарушенных при добыче полезных ископаемых или при торфоразработках, территории, занятые под терриконы, отвалы и пр.). На картах должны быть отражены также территории, где наблюдаются неблагоприятные для хозяйственного использования процессы: засоление земель, опустынивание в связи с недостатком воды, интенсивная эрозия, заболачивание или загрязнение промышленными отходами и т. д. Для определения возможных источников загрязнения окружающей среды необходим показ распределения по площади как промышленных, так и сельскохозяйственных источников загрязнения. Так, помимо картографирования городских агломераций и промышленных комплексов, необходим показ сельскохозяйственных поселений и животноводческих комплексов, размещения горнодобывающей промышленности с сопровождающими ее явлениями (шламохранилища, отвалы и пр.).

Для планирования охраны и рационального использования тех или иных природных ресурсов необходимы более детальные данные по каждому из них. Например, по водным ресурсам необходим показ на картах площади озер и их изменения, показ эвтрофированных водоемов, площади водохранилищ и каналов с зонами их влияния (периодического затопления и подтопления). Для городских агломераций следует отразить характер использования городских территорий: общая территория, из нее — жилищная, промышленно-складская, транспортная, леса, лесопарки, негородское использование.

Для охраны и рационального использования земельных ресурсов необходим показ всей хозяйственно используемой территории, освоенной под сельскохозяйственные угодья (пашни, многолетние посадки, сенокосы, пастбища, залежи), территории, занятой под различные виды застройки, в том числе различные населенные пункты, промышленные и промышленно-животноводческие комплексы, территории, покрытой лесами, занятой болотами (верховыми, переходными, низинными), с показом расположения торфяных месторождений, территории, где проведены уже защитные мероприятия (закрепление и облесение склонов, берегов водохранилищ и рек, песков; проведены расселение или расчистка, противоэрозионные мероприятия и т. д.).

Для характеристики лесных ресурсов на картах должно быть показано распределение площади основных лесообразующих пород по группам возраста для хвойных, широколиственных и мелколиственных лесов, выделение площадей лесов I группы с показом лесов зеленой зоны, курортных, полс-почвозащитных, водоохраных и водозащитных, защитных лесополос вдоль дорог. Помимо непосредственных сведений о состоянии лесного фонда для правильной оценки и рекомендаций по охране и эксплуатации лесов необходимы сведения об экологических условиях территории, в том числе и занятой лесом: о почвенном покрове, уровне залегания и режиме грунтовых вод и др.

Карты современного состояния лесного фонда должны отражать также площади поврежденных лесов: при пожарах; нашествиях насекомых; в результате промышленного загрязнения окружающей среды; а также результаты рубки лесов (выборочных, узколесосечных, сплошных и условно сплошных).

Характер современного состояния окружающей среды был бы не полным без показа территорий с особо охраняемым режимом: заповедников, заказников, национальных парков.

Даже этот неполный перечень сведений, необходимых для показа на картах, направленных на обеспечение мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов, показывает, что эти карты должны содержать данные инвентаризации и оценки земельных, водных, лесных ресурсов.

Центральное место в серии карт, отражающих современное состояние природных ресурсов для хозяйственно освоенных регионов, занимает комплексная карта использования земель.

Карты использования земель показывают сложившуюся дифференциацию территории в зависимости от характера ее использования, что дает целостное представление о земельном фонде территории, наличии земельных ресурсов и географической локализации земельных угодий.

Обзорные карты использования земель за последние 20—30 лет получили широкое распространение\*. В настоящее время работы по составлению таких карт ведутся во многих организациях практически во всех странах.

В зависимости от показателей, которые положены в основу составления карты рассматриваемой тематики, они делятся на общие и частные. Частные карты составляются на основе частных характеристик и передают особенности размещения угодий только в самых общих чертах, поскольку единственным признаком при выделении контуров на карте служит преобладающий вид угодий или вид использования, например размещение

---

\* Никитов М. И., Кельнер Ю. Г. Перспективы разработки тематических карт и их использование в планировании и прогнозировании народного хозяйства.—Тез. докл. V Всес. конф. по тематич. картогр. Тбилиси, 1973, т. I, с. 77—80.

пахотных земель. Общие карты использования земель создаются по совокупности показателей и отражают либо распределение земельного фонда по угодьям, либо распределение земель по основному хозяйственному назначению. Как правило, все эти карты являются аналитическими, так как в основе их составления лежит аналитический принцип построения.

В последнее время появился ряд карт, существенно отличающихся от ранее изданных как по содержанию, так и по детальности изображения. К ним относятся карты использования земель, помещенные в региональных атласах. Большим достоинством этих карт является применение при выделении того или иного вида использования земель или их сочетаний не только качественных, но и количественных характеристик. Благодаря применению этих показателей карты использования земель приобретают типологический комплексный характер.

Дальнейшее совершенствование методики создания мелко-масштабных карт использования земель связано с применением космических снимков и внедрением автоматизации в процессе их составления. Космические снимки позволяют составить как общие, так и частные карты использования земель [46].

Основным содержанием карт, составленных по космическим фотоматериалам, являются пахотные земли, естественные кормовые угодья, леса, многолетние насаждения, поливные земли, земли городских и сельскохозяйственных поселений, промышленности и транспорта, земли, не используемые в хозяйстве, и другие категории земель, которые объективно отражаются на снимках и дешифрируются главным образом по прямым признакам (по тону, цвету, форме объектов, размерам, т. е. структуре изображения). Кроме того, космические снимки позволяют в ряде случаев оценить состояние посевов, выделить структуру сельхозугодий, разделить сельскохозяйственные культуры. Все это дает возможность создать детальную, объективную и современную карту рассматриваемой тематики. В основу составления карт использования земель по космическим фотоматериалам положены те же принципы, что и при создании аналогичных карт традиционными методами. Однако космические снимки позволяют выявить связь размещения угодий с ландшафтом местности и, в первую очередь, с почвами и рельефом, которые резко влияют на сельскохозяйственное использование земель, а также характер границ угодий, конфигурацию и ориентировку. Причем каждый вид сочетаний соответствует определенному природному типу местности. Например, участки с сочетанием пашни, естественных кормовых угодий и неиспользуемых земель (доля пашни преобладает) приурочены к лесной зоне, главным образом к моренным равнинам, на пологих склонах которых располагаются пашни, а пастбища и сенокосы чередуются с кустарником и лесом и занимают более пониженные участки. Таким образом, при создании космофотокарт использова-

ния земель весьма перспективен ландшафтно-индикационный принцип составления.

При разработке космофотокарт использования земель применяются различные картографические, литературные и статистические материалы.

В качестве примера на рис. 3 приведен фрагмент предварительного оригинала карты использования земель, на котором показано использование земель и их современное состояние. Для пашен богарного земледелия 1 выделены участки с сильной линейной эрозией 2 и со слабым плоскостным смывом 3. На схеме также показаны пашни орошаемого земледелия 4, сады 5, лесопосадки и ползащитные полосы 6, огороды 7, полупустынные пастбища отгонного животноводства 8 и пастбищно-сенокосные угодья (луга) 9. Помимо этого выделены участки, неиспользуемые в хозяйстве в результате развития естественных или антропогенных неблагоприятных процессов. Так, выделяются болота и заболоченные (подтопленные) земли 10, солончаки и засоленные земли 11, обрывы и оползни 13, реки, эрозионные борозды, овраги 14.

На используемом снимке выделяют хорошо видимые антропогенные объекты: карьеры и выемки 12, каналы 15, населенные пункты 16, отдельные строения и кошары с уничтоженной вокруг растительностью 17, линейные сооружения — магистральные дороги 18, грунтовые дороги 19, плотина водохранилища 20.

К комплексным картам использования земель непосредственно примыкают карты антропогенной измененности ПТК.

При использовании аэро- и космических фотоснимков, выполненных за последнее десятилетие, необходимо учитывать, что на них находят отражение, как правило, уже подвергнувшиеся антропогенному воздействию ПТК. Это связано с тем, что антропогенное воздействие на окружающую среду настолько возросло, что сейчас трудно найти совершенно неизмененный участок суши. В связи с этим рядом ученых помимо природных выделяются антропогенные ландшафты и формируется особое направление в географии.

Пока еще нет единого мнения, что называть антропогенным ландшафтом, поэтому одни ученые причисляют к антропогенным (или культурным) ландшафтам любые природно-территориальные комплексы, где имеется любое антропогенное воздействие; другие — признают антропогенными те, где такому изменению подверглись основные компоненты: литогенная основа, гидросфера, климат. Еще более различны классификационные построения для характеристики антропогенного воздействия на среду. Так, например, строятся классификации как по характеру антропогенных факторов (аграрные, лесные, селитебные, транспортные и т. д.), так и по генезису этих воздействий (техногенные, пирогенные и т. д.).

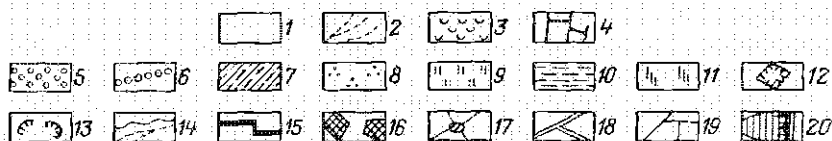
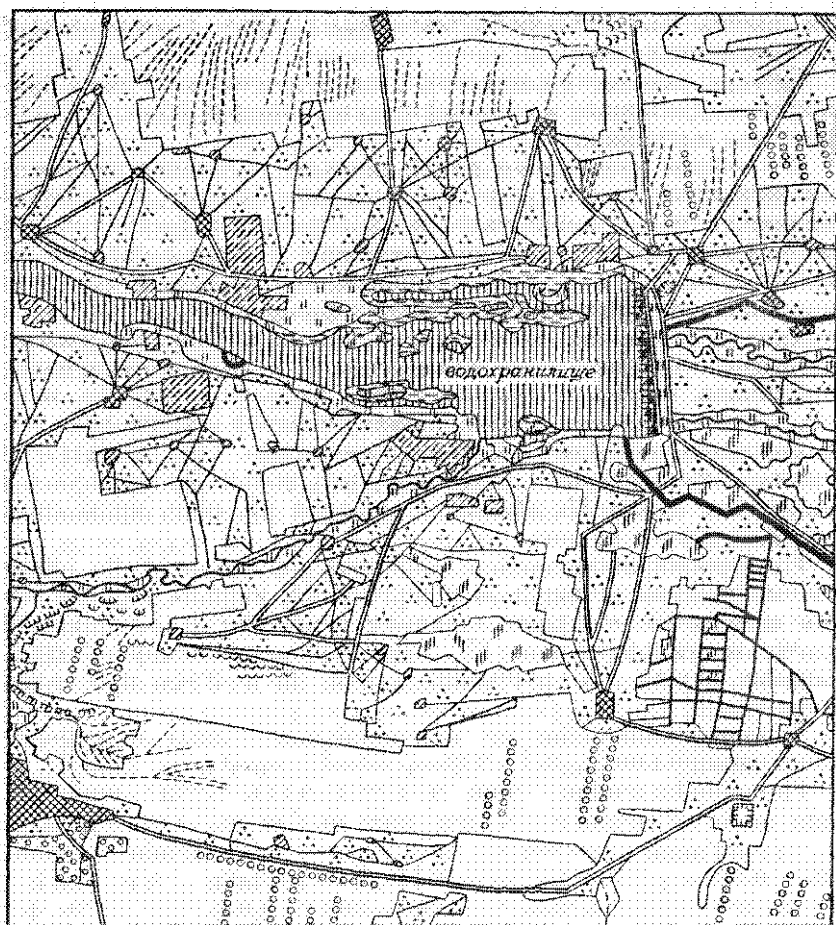


Рис. 3. Использование земель района Чотрайского водохранилища (Ставропольский край, Калмыцкая АССР). Фрагмент схемы дешифрирования увеличенного космического снимка. Составлена Е. А. Востоковой

В данной работе различаются антропогенно измененные и антропогенные ПТК. Под первыми понимаются те, в которых один или несколько компонентов ландшафта изменены в результате хозяйственной деятельности. Собственно антропогенными ПТК являются, в нашем понимании, те, все компоненты

которых необратимо изменены, включая литогенную основу и рельеф, и человеком созданы искусственные комплексы, дальнейшее развитие которых может проходить в зависимости от природных условий региона и дальнейших антропогенных воздействий.

Учитывая возможности дешифрирования космических снимков для составления карт антропогенно измененных и антропогенных ПТК, была разработана классификация природно-территориальных комплексов по степени измененности антропогенным воздействием (табл. 10). Несмотря на некоторую условность выделения степеней измененности ландшафтов были разработаны карты антропогенной измененности ПТК с использованием этой классификации.

При составлении карт современного состояния окружающей среды по космическим снимкам были приняты определения и ограничения.

Антропогенные факторы, изменяющие естественную природную (ландшафтную) сферу, рассматриваются в зависимости от силы и направления воздействия, выраженного в физиономических компонентах ландшафта. Так, в первом приближении могут быть выделены три категории территорий: 1) не используемые в хозяйстве, где изменения природной среды могут быть минимальными из-за случайных причин; 2) слабо используемые при экстенсивном ведении хозяйства, где изменения ландшафтов вызваны несплошной деятельностью; 3) полностью освоенные при интенсивном ведении хозяйства, где изменения природной среды могут быть не только побочными, но и целенаправленными. Такие необратимо измененные ПТК собственно и являются антропогенными. Антропогенные ПТК могут быть либо культурными, где ведение хозяйства проводится рационально с максимальным использованием экологического потенциала территории, либо переходить в нарушенные, когда эксплуатация природных ресурсов осуществляется нерационально или она закончена, а территория не приведена в нормальное состояние. Такие ПТК, хотя и антропогенны, но использование природных ресурсов там нерационально, и они относятся к категории нарушенных. Это разделение представлено в табл. 10 и 11.

Очень разнообразное антропогенное воздействие на природную среду, вызывающее столь же разнообразную ее реакцию, требует большой гибкости в отборе и применении индикаторов. Но основным правилом ландшафтно-индикационных исследований антропогенных воздействий на природную среду является обязательный анализ межландшафтных взаимосвязей.

Влияние антропогенной деятельности на окружающую среду может быть проанализировано и отражено на соответствующих картах антропогенной измененности всей ландшафтной оболочки.



Таблица 10

## Классификация природно-территориальных комплексов (ПТК) по степени

Тип ПТК	Степень измененности	Критерии выделения
Естественный	—	Все компоненты не изменены
Антропогенно измененный	Мало измененный	Слабо изменены элементы растительного покрова (вегетативной мощности растений, флористического состава сообществ при неизменных доминантах — эдификаторах)
	Слабо измененный	Слабо изменены элементы почвенного покрова (уплотненность верхнего горизонта, его структура, при сохранении типичных черт), сильно изменены состав и структура растительных сообществ, вплоть до полной замены естественной растительности на культурную и смены эдификаторов
	Измененный	Сильно изменена или уничтожена естественная растительность (смена эдификаторов), изменен почвообразовательный процесс, приводящий к формированию иных типов почв; изменены условия питания и режим грунтовых вод, глубина их залегания, часто солевой состав, изменен водно-солевой баланс территории
	Сильно измененный	Сильно изменена или уничтожена естественная растительность, произошла смена типа почвенного покрова (его структуры и свойств — увлажнения, засоления и др.), изменен водно-солевой баланс территории, образованы новые формы рельефа; замечаются изменения микроклимата
Антропогенный	Необратимо измененный	Соприженно изменены или замещены все компоненты ландшафта, включая его литогенную основу (образованы новые мезоформы рельефа, образованы новые по составу и свойствам толщи почвообразующих пород и т. д.); созданы искусственные ПТК

Примером нарушенности ландшафтного комплекса, выявленного по прямым дешифровочным признакам на космических фотоснимках, может служить Юго-Восточный Устюрт. Эта в прошлом исключительно пастбищная территория за последние десятилетия интенсивно изучалась и осваивалась. Равнинность территории, хорошая проходимость для автомашин послужили причиной чрезвычайно сильной нарушенности почвенно-растительного покрова беспорядочно расположенными дорогами, ширина которых иногда достигает 10—15 км. Значи-

измененности антропогенным воздействием

Примеры ПТК	
нарушенных	культурных
—	—
Леса резервные, болота	Лесопарки
Пастбища с нерегулируемой нагрузкой	Распаханные целинные земли
Сплошные рубки леса, подтопленные земли, перевыпасаемые пастбища	Мелиорированные пахотные земли
Вторично засоленные земли; сильно эродированные земли	Орошаемые пахотные земли
Техногенные пустоши (карьеры, терриконы, отвалы торфоразработки)	Рекультивированные земли, водохранилища, города

тельные нарушения растительности наблюдаются на участках разведочного бурения, где, помимо всего, территория значительно замусорена бытовыми и техническими отходами, металлоломом, залита нефтепродуктами и т. д. (рис. 4).

Наиболее полные комплексные карты использования земель могут быть получены по материалам космических фотоснимков с привлечением других материалов: топографических и специальных карт, фондовых и литературных источников. При таком подходе составляемые карты должны быть более насыщенны. Эти материалы помогают провести систематизацию основных видов использования земель изучаемой территории и ее возможные антропогенные изменения. Такие данные облегчают дешифрирование космических материалов, раскрывая особенности внешнего выражения нарушений ландшафтов. В табл. 12 приведен пример систематизации для аридных областей.

При необходимости помимо комплексной карты антропогенно измененных и антропогенных ПТК могут быть составлены по космическим фотоматериалам частные, покомпонентные карты, которые составляются с учетом специфики изучаемого компонента ландшафта.

Так, при проектировании природоохранных мероприятий для водных ресурсов на картах антропогенной измененности гидрологических и гидрогеологических условий необходимо отразить изменения площадей естественных озер (в результате естест-

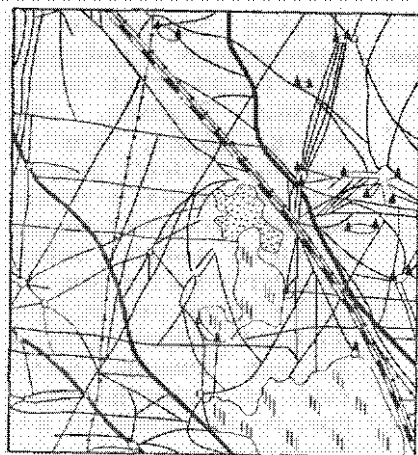


Рис. 4. Техногенная нарушенность растительности Юго-Восточного Урала. Фрагмент схемы дешифрирования увеличенного космического снимка. Составлена Е. А. Востоковой

1—4 — нарушения растительности в связи с дорожным строительством и ездой по целине: 1 — железная дорога, 2 — автомобильные дороги, 3 — автомобильные дороги по старым караванным путям, 4 — трубопроводы и другие линейные сооружения;

5—6 — участки с уничтоженной растительностью: 5 — на участках расположения скважин глубокого бурения, 6 — у колодцев и на перекрестках дорог; 7—8 — неизмененные или слабо измененные участки: 7 — буристые полужакрытые пески, 8 — солончаки

Таблица 11

# Антропогенные изменения ландшафтов

Использование в хозяйстве	Причины изменения природных условий	Выраженность изменений на снимке
Нет	Случайные	—
Ограниченное	Случайные	Слабая
Экстенсивное	При эксплуатации природных ресурсов	Средняя
	Побочно техногенно нарушенные	Слабая, средняя, сильная
Интенсивное	Целенаправленные изменения	Средняя, сильная, очень сильная
	Побочно техногенно нарушенные	Слабая, средняя, сильная, очень сильная

венного усыхания или обводнения), искусственных озер и водохранилищ (в результате использования воды или искусственного наполнения их).

Анализ антропогенной измененности гидрогеологических условий показывает, что целенаправленные изменения уровня залегания грунтовых вод проводятся только для переувлажненных территорий, т. е. где необходимо осушение. Повышение уровня залегания грунтовых вод и изменение их минерализации, как правило, является побочным результатом техногенного воздействия на природную среду, в частности, сооружения водохранилищ, каналов и т. п.

При анализе антропогенной измененности растительности, в том числе кормовых и лесных ресурсов, выделяются целенаправленные изменения, приведшие к замене естественной растительности на культурную; случайные изменения и нарушения естественной растительности в связи с ее эксплуатацией; побочные изменения и нарушения, не связанные с эксплуатацией, а вызванные техногенными изменениями экологических условий местообитания естественной растительности (табл. 13). На основе такого анализа могут быть выделены антропогенно стимулированные сукцессии почвенно-растительного покрова. Для лесных регионов особый интерес представляет показ коренных (условно коренных) и вторичных лесов, нарушение лесов гарями и бессистемными рубками. Помимо нарушений растительного покрова на картах антропогенной измененности должны быть выделены участки целенаправленного изменения растительности: создания лесополос защитных водоохраных насаждений, искусственных лесопосадок; различные другие лесомелиоративные мероприятия; фитомелиоративные участки в песках, закрепление растительностью оврагов и т. д.

Анализ антропогенной измененности окружающей среды или отдельных компонентов ландшафта проводится при помощи космической фотонформации путем сопоставления ландшафтной космофотокарты, карты использования земель и компонентов карт, отражающих современное состояние этих компонентов (почв, растительности, гидрогеологических условий, лесных ресурсов и т. д.). Характер использования земель и их состояние раскрывает антропогенную или естественную направленность изменений окружающей среды. Так, например, изменение растительности вокруг водоемов при пастбищном отгонном животноводстве в пустынных регионах на пустынных пастбищах является результатом антропогенного воздействия.

Основным принципом, применяемым при составлении карт антропогенной измененности окружающей среды, является сопрыженный анализ природной обстановки, хозяйственного использования земель и характера распределения явно антропогенных явлений и объектов (населенные пункты, промышленные комплексы, гидротехнические и другие сооружения, дороги

Таблица 12

## Систематизация основных видов современного использования и нарушения

Виды антропогенного воздействия	Вид использо	
	Характер хозяйственного использования	Направление хозяйства
Эксплуатация природных ресурсов	Сельское хозяйство	Отгонно-пастбищное содержание скота
	Водное хозяйство	Водный транспорт
	Лесное хозяйство	Лесопользование
	Горнодобывающие и геологические работы	Разработка полезных ископаемых Поиски полезных ископаемых Техногенные пустоши
	Строительные	Строительство ЛЭП, трубопроводов, дорог, коммуникаций связи Строительство промышленных комплексов и населенных пунктов
	Населенные пункты, промышленность и сельское хозяйство	Городское и промышленное хозяйство Фермы, птицефабрики, зимовки скота
Попутно при техническом освоении территории	Гидротехническое строительство	Сооружение плотин, каналов, водохранилищ  Нерегулируемые самоизливающиеся воды артезианских скважин
При нерациональной эксплуатации целенаправленно измененных ПТК	Сельское хозяйство	Земледелие
	Населенные пункты и промышленные комплексы	Застройка

**природной среды пустынь**

вания земель	Причины, вызвавшие нарушение природной среды
ПТК (хозяйственные угодья)	
<p>Пастбища</p> <p>Сенокосы</p> <p>Берега рек</p> <p>Черносакульники</p> <p>Туган</p> <p>Карьеры, отвалы, шахты</p> <p>Участки буровых работ, шурфов, канав</p> <p>Выработанные карьеры и шахты</p> <p>Отвалы пород</p> <p>Участки разведочного бурения</p> <p>Линейно пересекающие различные ПТК</p> <p>Свалки строительного мусора</p> <p>Свалки мусора</p> <p>Свалки мусора и складирование навоза</p> <p>Подтопленные земли</p> <p>Мелководья</p> <p>Мелкие водоемы и мокрые солончаки</p> <p>Мелкие водоемы, мокрые солончаки</p>	<p>Перевыпас</p> <p>Техногенное воздействие</p> <p>Неправильная эксплуатация</p> <p>Техногенные воздействия</p> <p>Прибойная волна от быстроходных судов</p> <p>Заготовка дров</p> <p>Порубки и выпас</p> <p>Выемка породы; техногенные воздействия</p> <p>Техногенное нарушение целостности ландшафта</p> <p>Техногенные</p> <p>Биогенное</p> <p>Повышение уровня грунтовых вод плотинной; фильтрация вод из водоемов; сброс воды с орошаемых массивов</p> <p>Воды вновь образовавшихся озерков</p>
<p>Орошаемые поля</p> <p>Богарные</p> <p>Площадные участки</p> <p>Линейные</p>	<p>Ненормированный полив, удобрения</p> <p>Неправильная эксплуатация</p> <p>Техногенные</p>

Таблица 13

## Систематизация антропогенных изменений растительности

Характер антропогенного воздействия	Изменения растительности
Целенаправленные изменения и замена естественной растительности на культурную	Образование агроценозов на орошаемых участках или богарных землях; создание искусственных насаждений; посадка лесополос
Случайные изменения и нарушения естественного растительного покрова в связи с его эксплуатацией	Пасторальная депрессия, не приведшая к смене растительных сообществ; пасторальная депрессия и антропогенная нарушенность, приводящая к сукцессионным сменам (преимущественно псаммофитной растительности в пустынях); пасторальная и антропогенная депрессия, приведшая к замене естественной растительности на рудеральную
Побочные изменения и нарушения естественного растительного покрова, не связанные с его эксплуатацией	Техногенные регрессивные сукцессии растительности; гидрогенные экологические сукцессии растительности, приводящие к господству сообществ фреатофитов; абиотическая техногенная депрессия

и трубопроводы и т. д.). Таким образом, карты природных условий и их современного состояния должны содержать инвентаризационные данные, а карты антропогенной измененности ПТК отражать определенные достаточно сложно устанавливаемые зависимости, обусловленные антропогенным фактором.

Для картографического обеспечения мероприятий по рациональному использованию и охране окружающей среды чрезвычайно большое значение имеет констатация источников промышленного и бытового загрязнения. По космическим фотоснимкам, не прибегая к дополнительной информации, полученной традиционными или дистанционными нефотографическими способами, возможны только выделение и локализация потенциальных источников загрязнения окружающей среды. К ним могут быть отнесены промышленные и горнодобывающие комплексы, населенные пункты, пахотные земли и т. д. Действительная качественная и количественная оценка опасности загрязнения окружающей среды этими потенциальными источниками в настоящее время может быть проведена только с помощью дополнительных данных.

Помимо рассмотренных выше комплексных карт использования земель и антропогенных ПТК в серию карт современного состояния природных ресурсов могут входить многие другие

Таблица 14

Примерный перечень карт современного состояния и антропогенной нарушенности окружающей среды, составляемых с помощью космических фотоматериалов

Виды карт	Примеры	
	комплексных карт	покомпонентных (частных)
Карты использования природных ресурсов и современного состояния окружающей среды	Использования земель	Лесохозяйственные; сенокосных угодий
	Современного состояния ландшафтов	Пастбищные; пахотных земель
	Мелиоративных систем (мелиоративного районирования)	Распространения пресных грунтовых вод и др.
Карты антропогенной нарушенности природных ресурсов и окружающей среды	Нарушенности природных ландшафтов	Эрозии почв; нарушенности почвенно-растительного покрова (лесов, пастбищ)
		Нарушенности гидрогеологических условий и др.
Карты возможного загрязнения окружающей среды	Размещения потенциальных загрязнителей окружающей среды	Региональной защищенности подземных вод от загрязнения

карты, отражающие распределение и современное состояние водных, растительных или земельных ресурсов (табл. 14).

### 11.3. КАРТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Комплексные карты рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды являются картами-выводами из предыдущих карт и направлены на отражение необходимых и рекомендуемых мероприятий для рационального использования природных ресурсов и охраны природы.

Для составления комплексных карт рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов необходим анализ возможных изменений окружающей среды, т. е. прогноз реакции среды на то или иное антропогенное воздействие. Такой географический прогноз строится или в виде таблиц и текстовых приложений, или в виде специальных прогнозных карт.

В качестве примера приведен прогноз изменений ПТК, составленный А. В. Амелиным для двух уровней ландшафтной дифференциации и обобщенно показанный в табл. 15 и 16.



Таблица 15

Прогноз изменений ПТК, формирующихся при антропогенных влияниях опре

Вид влияния	ПТК, соответствующие влияниям опреде	
	сильная	
1. Строительство инженерных соору- жений	Антропогенные урочища: карьеры, по- селки, насыпи и т. д.	
2. Гидротехническое строительство	Антропогенные ландшафты: водохра- нилища, заболоченные побережья	
3. Земледелие	Антропогенные ландшафты: массивы полей	
4. Экстенсивное животноводство	Антропогенные урочища — элементы структур естественных ландшафтов (зольные формы, редины раститель- ности, эрозийные формы)	
5. Лесное хозяйство	Антропогенные урочища — элементы структур естественных ландшафтов (эродированные склоны)	
6. Собирачество, охота, туризм	Антропогенные фации: мусорные свалки, вытоптанные участки	

При разработке методики комплексного картографирования по материалам космических фотосъемок для обеспечения меро-  
приятий по охране природной среды и рациональному исполь-  
зованию природных ресурсов прогноз возможных изменений

Таблица 16

Трансформации ПТК ранга «ландшафт» под воздействиями факторов опреде

Вид влияния	Соответствующие влияниям определен	
	сильной	
1. Строительство инженерных соору- жений	Появление новых элементов струк- туры (измененные ландшафты)	
2. Гидротехническое строительство	Появление новых ландшафтов	
3. Земледелие	То же	
4. Экстенсивное животноводство	Появление новых элементов структур ландшафтов (измененные ландшафты)	
5. Лесное хозяйство	Появление новых элементов структур ландшафтов (измененные ландшафты)	
6. Собирачество	Изменившиеся ландшафты	

### деленного вида и степени

ленного вида изменения природных комплексов при степени воздействия

слабая	практически отсутствует
Антропогенные фации: придорожные канавы, грунтовые дороги и т. д.	Антропогенные элементы структур фаций: колодцы
Антропогенные урочища: пруды, осушенные участки	Антропогенные фации: береговые обрывы, канавы
Антропогенные урочища — элементы структур естественных ландшафтов: отдельные поля	Антропогенные фации — элементы структур естественных урочищ (поля среди леса, огороды и т. д.)
Антропогенные фации — части эрозионных форм (оврагов)	—
Антропогенные фации — промоины, длительно производные фитоценозы	—
—	—

среды при тех или иных антропогенных воздействиях проводился преимущественно в текстовой форме. Но была осуществлена также попытка картографического отражения географического прогноза.

### ленного вида и степени

ного вида изменения ПТК ранга «ландшафт» при степени влияния

слабой	практическом отсутствии
Изменившиеся ландшафты	Неизменившиеся ландшафты
Появление новых элементов структуры ландшафтов (измененные ландшафты)	То же
Появление новых элементов структуры ландшафта (измененные ландшафты)	»
Неизменившиеся ландшафты	»
То же	»
»	»

Прогноз возможных антропогенных изменений может быть составлен не только для ландшафта в целом, но и для отдельных его компонентов. Так, например, частный прогноз возможных сукцессий растительности под воздействием изменившихся гидрогеологических условий при строительстве крупных гидротехнических сооружений выполнялся для Срединного региона в связи с планируемой переброской части стока сибирских рек на юг. Для картографического отображения прогнозируемых изменений были точно определены трасса канала, срок прогноза, конкретные изменения условий местообитаний по всей трассе (подтопление, дренаж и т. д.). Таким образом, хотя конечный прогноз касался только растительного покрова, выполнялся он с учетом изменений всего ландшафтного комплекса. Однако наиболее часто выявление тенденций изменений ПТК представляется в виде таблиц и описаний.

Использование разновременной космической фотoinформации позволяет получить объективную картину произошедших за определенный промежуток времени изменений ПТК. Констатация этих изменений может послужить важным материалом для установления тенденций динамики природных и антропогенных процессов. Однако при прогнозировании антропогенных процессов следует иметь в виду, что они часто развиваются непредсказуемо быстро, нарушая выявленные темпы развития естественных процессов.

Так, например, параллельно с обсыханием современной дельты Амударьи наблюдается увеличение площади озер Сарыкамышской впадины, куда направлен теперь сток поливных и паводковых вод. Сейчас эти озера образуют единое озеро-море, оказывающее огромное влияние на гидрогеологические условия прилегающих к нему территорий. Скорость заполнения впадины водой и увеличение площади озера было прослежено по снимкам из космоса, выполненным с интервалом в один год (рис. 5). Результаты последовательного дешифрирования снимков позволили нам отразить произошедшие изменения и прогнозировать дальнейшее заполнение впадины (при соблюдении того же режима сброса вод). Эта схематичная карта представляет собой один из первых опытов составления оперативно-прогнозной схемы по материалам дистанционного зондирования. Аналогичную схему изменения геоморфологических условий Сарыкамышской впадины по сравнению с 1960 г. составила А. С. Кесь\* по увеличенному снимку из космоса. По космическим снимкам, особенно по увеличенным изображениям, прослеживаются участки, захваченные активнейшими экзогенными процессами — интенсивной эрозией, обвалами подмытых бере-

\* Кесь А. С. Современный этап развития Сарыкамышской впадины. — Тез. докл. Всес. научн. конф. по компл. изучению и освоению пустынь, террит. СССР, секц. 1, Ашхабад, 1976, с. 16—17.

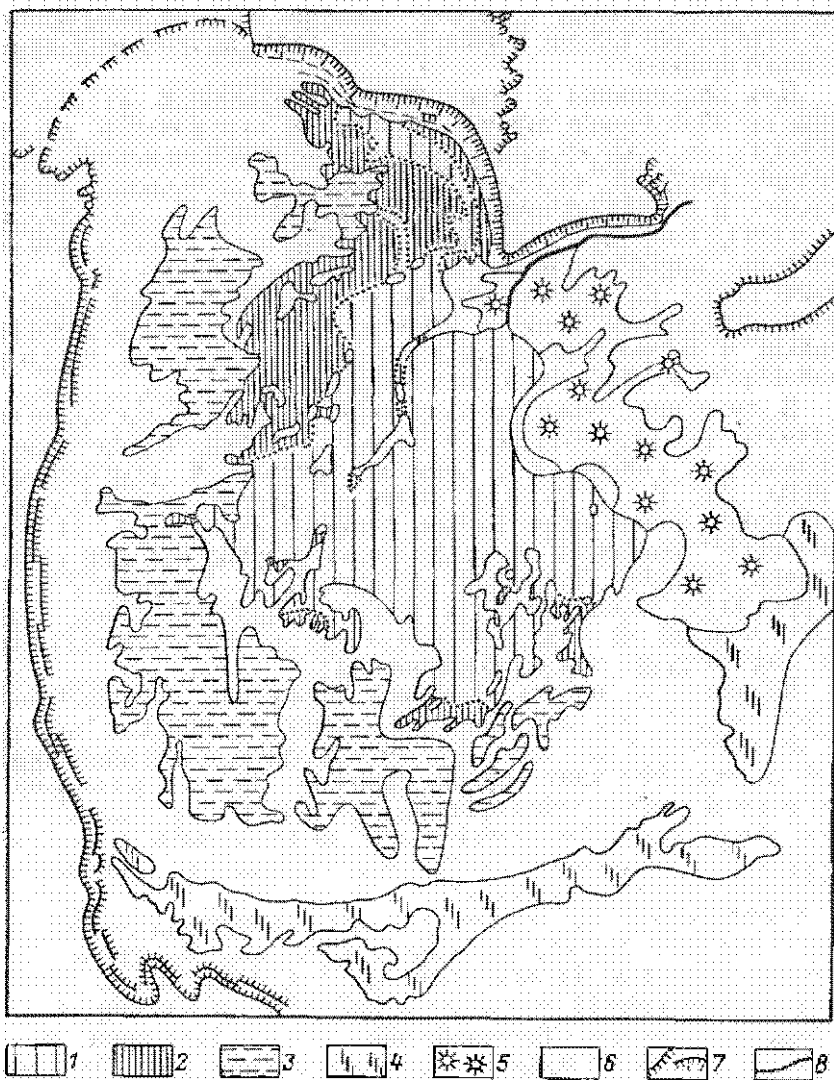


Рис. 5. Заполнение Сарыкамышской впадины за один год. Схема децифрирования увеличенных разновременных космических снимков. Составлена Е. А. Востоковой

1 — зеркало моря в 1975 г., 2 — участки, затопленные за один год, 3 — подтопленные земли, 4 — солончаки, 5 — участки с интенсивными карстово-суффозионными процессами, 6 — неиспользуемые участки, 7 — чинк (обрыв), 8 — русло Дарьялыка

гов в низовьях Дарьялыка, по которому в настоящее время осуществляется сброс воды в Сарыкамышское озеро.

Следует отметить, что космические фотоснимки, полученные по материалам съемок в последующие годы, подтвердили намеченный прогноз.

Для обоснования и планирования мероприятий, направленных на обеспечение охраны природы и окружающей среды, а также для планирования рационального использования природных ресурсов, наиболее целесообразно составление специальных и специализированных картографических материалов. К составлению карт, отражающих те или иные аспекты охраны природы, прибегали неоднократно, однако наиболее часто это были карты, на которых отражались местоположения тех или иных охраняемых объектов природы (районы распространения редких и охраняемых видов животных или растений, границы заповедников, заказников, охотхозяйств и т. д.).

В последнее время исследователи подошли к составлению комплексных карт охраны природы, на которых отражается ряд параметров, связанных с охраной природы и окружающей среды. Так, В. С. Медына\* приводит пример мелкомасштабной комплексной карты охраны природы Украины; С. Н. Ямпольская\*\* сообщила об аналогичных разработках для карты охраны природы Тюменской области; А. В. Чигаркин\*\*\* составил карту охраны природы пустынь Казахстана. Однако эти исследователи не рассматривали и не применяли материалов космифотосъемки при составлении карт.

Возможность аэроландшафтной индикации антропогенной нарушенности пустынь довольно полно отражена в работе С. В. Викторова [3], хотя он и не использовал эти материалы для составления карт охраны природы. Также в ряде работ высказаны вполне обоснованные предложения по использованию космических фотоснимков для дистанционной индикации нарушений природного ландшафта, вызванных инженерной деятельностью человека [5, 52].

Составляемая по космическим фотоматериалам карта охраны природы должна содержать, во-первых, сведения о состоянии геосистем, которые либо находят отражение на космических фотоснимках непосредственно, либо определяются при помощи ландшафтно-индикационного метода. Во-вторых, мероприятия по охране природы на карте должны быть показаны с учетом современного использования земель и их антропоген-

\* Медына В. С. Первая попытка составления комплексной карты охраны природы Украины.— В сб.: Компл. картогр. УССР, Киев, «Наукова думка», 1970, вып. 1, с. 332—340.

\*\* Ямпольская С. Н. Карта охраны природы Тюменской области.— В сб.: Мелкомасштабн. карты оценки природн. условий, М., изд-во МГУ, 1970.

\*\*\* Чигаркин А. В. Использование ландшафтных карт для целей охраны природы (на примере пустынь Казахстана).— Тез. докл. VII Всес. совещ. по вопр. ландшафтоведения. Пермь, 1974, с. 149—151.

ной нарушенности, которые отражены на картах современного состояния природно-территориальных комплексов и их культурных модификаций, включая степень и характер антропогенной нарушенности территории, а также размещение основных населенных пунктов, могущих быть источником промышленного или бытового загрязнения среды.

С точки зрения разработки рекомендаций по охране и рациональному использованию природных ресурсов и создания одноименных карт недостаточно изучения и картографирования только природных комплексов и отдельных компонентов ландшафта. Необходимо также всестороннее изучение антропогенного воздействия на среду, которое в настоящее время зачастую приводит к коренному изменению природных комплексов. Материалы дистанционного зондирования Земли из космоса позволяют достаточно уверенно определять типы антропогенного воздействия и выявлять те позитивные и негативные последствия, которые они вызывают.

Для разработки научно обоснованных рекомендаций по охране и рациональному использованию природных ресурсов необходимо также знание тенденций развития природных комплексов изучаемого региона, что особенно актуально для территорий с динамичными природными условиями и районов, подверженных интенсивному антропогенному воздействию.

Это позволяет делать определенные прогнозные построения состояния природной среды на перспективу и создавать прогнозные карты, по которым можно судить о позитивности или негативности протекающих в исследуемом регионе процессов.

Сопряженный анализ серий карт, отражающих природные условия региона, и карт, показывающих степень и характер антропогенной нарушенности отдельных компонентов ландшафта и природных комплексов в целом, а также прогнозных карт позволяет предположить конкретные рекомендации по охране и рациональному использованию природных ресурсов и создавать серию природоохранных карт. На этих картах необходимо показывать существующие и необходимые мероприятия, направленные на рациональное использование естественных ресурсов и охрану уникальных природных объектов.

Так, например, нами по материалам дешифрирования снимков (рис. 6) были составлены ландшафтно-типологические схемы Крымского полуострова и отдельно Керченского полуострова в масштабе 1 : 1 000 000, а также подобная схема Тарханкутского полуострова в масштабе 1 : 500 000. Кроме того, используя приведенную выше классификацию (см. табл. 10), составили на основе дешифрирования космического снимка схемы антропогенной измененности природных комплексов тех же районов.

Путем сопряженного анализа указанных выше схем и использования литературных и картографических материалов,

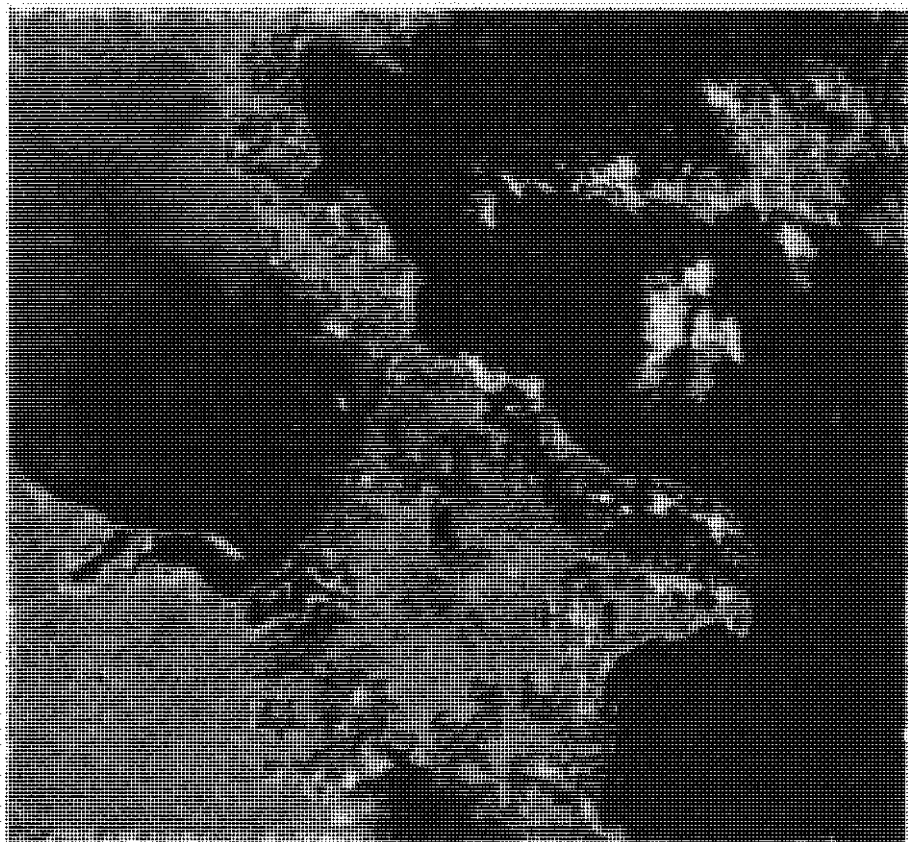


Рис. 6. Крым. Космический снимок, полученный с ДОС «Салют-4»

а также материалов аэровизуальных наблюдений удалось создать комплексную схему современных антропогенных ПТК всего Крымского полуострова, классифицированных по степени измененности (рис. 7).

На схеме (см. рис. 7) показаны плоская и холмистая равномерно расчлененная равнины, а также и природно-территориальные комплексы гор.

Плоская слаборасчлененная равнина, сложенная почти горизонтально залегающими известняками плиоцена, перекрытыми мощной толщей лёссовидных суглинков четвертичного возраста, представлена слабо измененными комплексами аккумулятивной морской равнины с полинно-злаковой степной растительностью, частично используемыми в сельском хозяйстве 1 и современной морской равнины, сложенной песчано-ракушечными отложениями, с песчаной и лугово-степной растительностью приморских солончаков 5; сильно измененными культур-

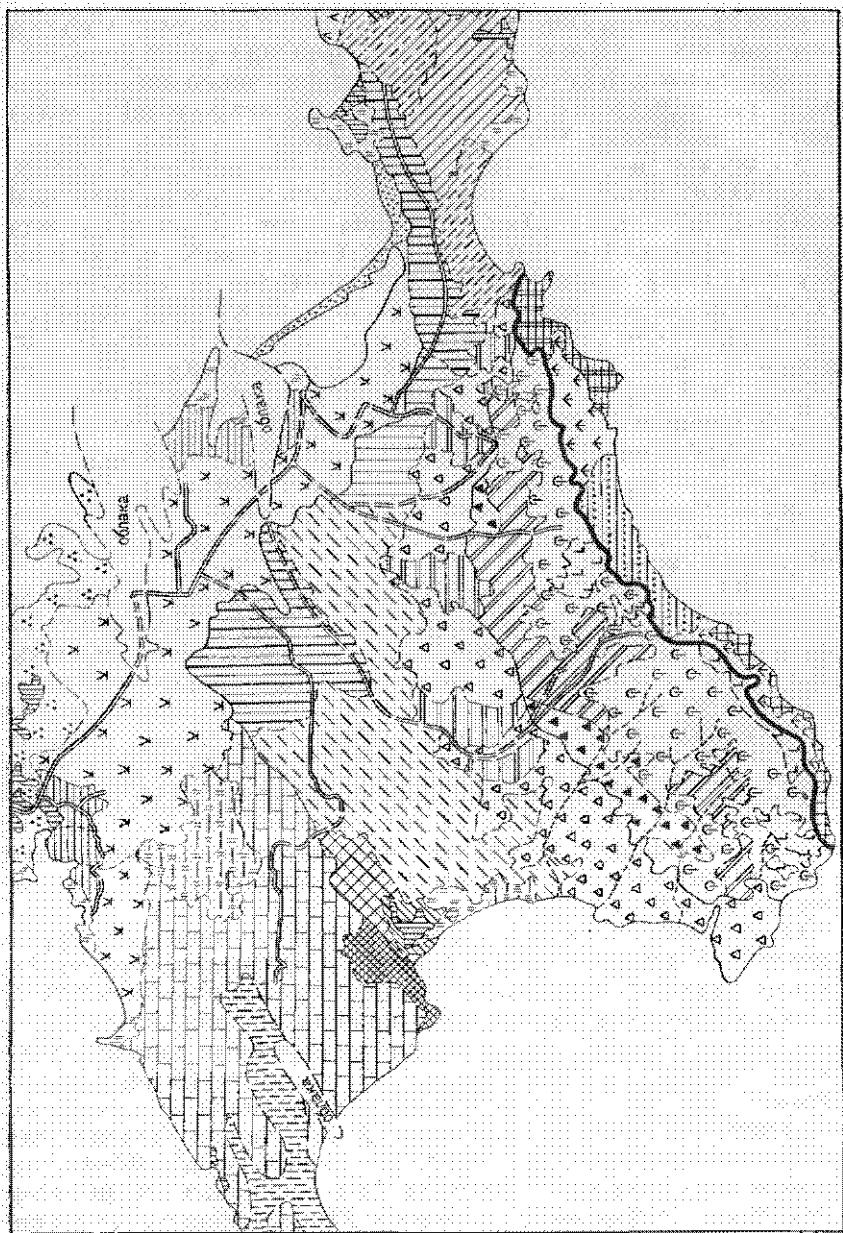
ными ПТК аккумулятивно-денудационной равнины в сочетании с орошаемыми садами, пашнями и виноградниками, с полезащитными лесополосами и развитой ирригационной сетью 2 и аккумулятивной (прибрежной) равнины с интенсивно орошаемыми (заливаемыми) пашнями 3; естественными ПТК солончаков по низменным морским берегам 4.

Холмистая неравномерно расчлененная равнина, сложена известняками миоцена и плиоцена, перекрытыми толщей щебнисто-суглинистого элювия. Ее составляют эрозионно-денудационная равнина с отдельными, слабо выраженными в рельефе тектоническими поднятиями с измененными и культурными ПТК 6 (неорошаемыми и повоорошаемыми садами, виноградниками, пашнями с полезащитными полосами и развивающейся ирригационной сетью), с необратимо измененными ПТК заброшенных и разрабатываемых карьеров 7, преобразованными ПТК 8 (рекреационный район г. Евпатории) и сильно расчлененные эрозионно-денудационные склоны Тарханкутского поднятия со слабо измененными культурными ПТК с разнотравно-типчаково-ковыльной степной растительностью, используемые как пастбища, с богарными пашнями 9 и пастбища с очевидным перевыпасом 10.

Слабохолмистая аккумулятивно-денудационная равнина на плиоценовых известняках, перекрытых плащом элювиально-делювиальных отложений, представлена измененными культурными ПТК в сочетании преимущественно с неорошаемыми виноградниками, садами, пашнями, с полезащитными полосами и развивающейся ирригационной сетью 11 и сильно измененными с развитой ирригационной сетью 12; слабо измененными комплексами прибрежной равнины с ковыльно-типчаковой растительностью с галофитами 13, используемой под пастбища, со следами перевыпаса; необратимо измененными (заброшенными и разрабатываемыми карьерами) 14; солончаками по низменным морским берегам 15.

Керченский полуостров составляют сильно измененные культурные ПТК слабохолмистой равнины с орошаемыми виноградниками, садами и пашнями с развитой ирригационной сетью 16, с искусственными насаждениями древесных пород, преимущественно вязов 17, слабо расчлененные прибрежные равнины с полынно-злаковой степной растительностью, частично замещенной неорошаемыми полями на лугово-каштановых сильносолонцеватых почвах, со следами перевыпаса 18; сильно расчлененная эрозионно-денудационная равнина, частично используемая под пастбища, со следами перевыпаса 19 и с сильным перевыпасом и частично нарушенным рельефом 20; преобразованные промышленным комплексом 21; холмистой равниной с неорошаемыми виноградниками и пашнями 22, пенеппенизированной равниной с неорошаемыми виноградниками, садами и пашнями, с полезащитными лесополосами на окультуренных тяжелосуг-





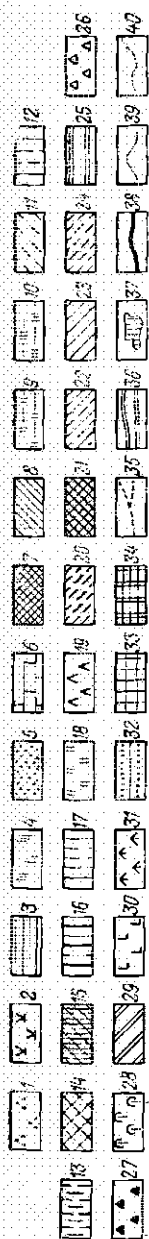


Рис. 7. Антропогенно нарушенные ландшафты Крыма. Схема дешифрирования космического снимка. Составлена С. В. Скаторщikovым

линистых солонцеватых южных черноземах 23 на сильносолонцеватых лугово-каштановых почвах 24.

Природно-территориальный комплекс гор включает Крымские горы и Южный берег Крыма. Крымские горы включают сильно расчлененную аккумулятивно-денудационную предгорную равнину с аллювиальными равнинами на неогеновых известняках, перекрытых элювиальными отложениями коренных пород 25 с луговыми степями в сочетании с сельскохозяйственными угодьями по долинам рек 26 и пологонаклонными структурными поверхностями куэстовых гряд, сложенных известняками палеогена, с эпизодическими сельскохозяйственными угодьями в долинах рек 27; культурные ПТК северных склонов Главной Гряды, расчлененные эрозией, с широколиственными лесами, с искусственными насаждениями сосны крымской 28, с неорошаемыми пастбищами, садами и виноградниками, пашнями, на частично окультуренных пологонаклонных аллювиальных равнинах 29, Крымские яйла 30.

Южный берег Крыма. Представлен сильно расчлененными эрозивно-денудационными южными склонами Главной Гряды, сложенными главным образом осадочными породами, с малозмененными ПТК с горными лесами, преимущественно из сосны Палласа с примесью широколиственных пород на бурых лесных почвах 31; измененными культурными ПТК с частично орошаемыми садами и виноградниками 32; преобразованными: рекреационными районами Южного берега Крыма 33; известковым массивом олигоценного возраста, с пологонаклонным слабо расчлененным рельефом, с неорошаемыми виноградниками и садами на частично окультуренных карбонатных бурых лесных почвах 34.

Гидрографическая сеть и оросительные каналы отчетливо дешифрируемые 35, предполагаемые 36; соленые озера 37. Границы физико-географических областей 38, подоб-

ластей 39 и различной степени измененности меньшего таксономического ранга 40.

На этой схеме нашли отражение физико-географические области и подобласти, в которых, в свою очередь, выделены ПТК меньших таксономических рангов, опознанных по КФС. Различный наклон штриховок обозначает на схеме степень измененности ПТК антропогенным фактором: от малоизмененных до преобразованных (необратимо измененных); штриховки со знаком (х) указывают на то, что антропогенные ПТК являются нарушенными, а штриховки без этого знака обозначают культурные комплексы, в которых использование природных ресурсов ведется достаточно рационально. Различие в общем рисунке штриховок определяет принадлежность ПТК к той или иной физико-географической области или подобласти.

Приведенная схема довольно полно характеризует современные ПТК Крымского полуострова, их строение, современный облик, хозяйственное использование, характер и степень измененности. Естественно, что в связи с благоприятным для сельскохозяйственного производства физико-географическим положением на Крымском полуострове практически не осталось естественных природных комплексов, а использование природных ресурсов имеет ярко выраженное сельскохозяйственное направление.

Схема антропогенных ПТК, классифицированных по степени измененности (см. рис. 7), дала возможность путем анализа и генерализации составить комплексную схему охраны природы и рационального использования природных ресурсов (рис. 8). Схема характеризует мероприятия, которые необходимо проводить в тех или иных природных комплексах либо для превращения их в культурные, либо для поддержания нормального функционирования культурных ПТК. Кроме того, выделены уникальные природные комплексы, которые нуждаются в абсолютной охране, т. е. заповедники, национальные парки, заказники, а также рекреационные районы — курортные зоны и участки, перспективные для расширения зон отдыха.

Так, на схеме нашли отражение ПТК, используемые преимущественно в земледелии; для поддержания их требуется постоянный контроль за состоянием распределительных и магистральных каналов, лесополос, строгое соблюдение норм подачи воды на орошение 1, строительство ирригационной сети, соблюдение норм внесения удобрений 2, контроль за выпасом 3. Для ПТК, преимущественно используемых в животноводстве, необходимо ограничение выпаса, улучшение их состояния, состава кормовых трав и повышения урожайности 4, соблюдение норм выпаса и внесения удобрений 5, а также мероприятия по рассолению 6.

Практически неиспользуемые в сельском хозяйстве комплексы нуждаются в мероприятиях по рассолению почв 7, все-

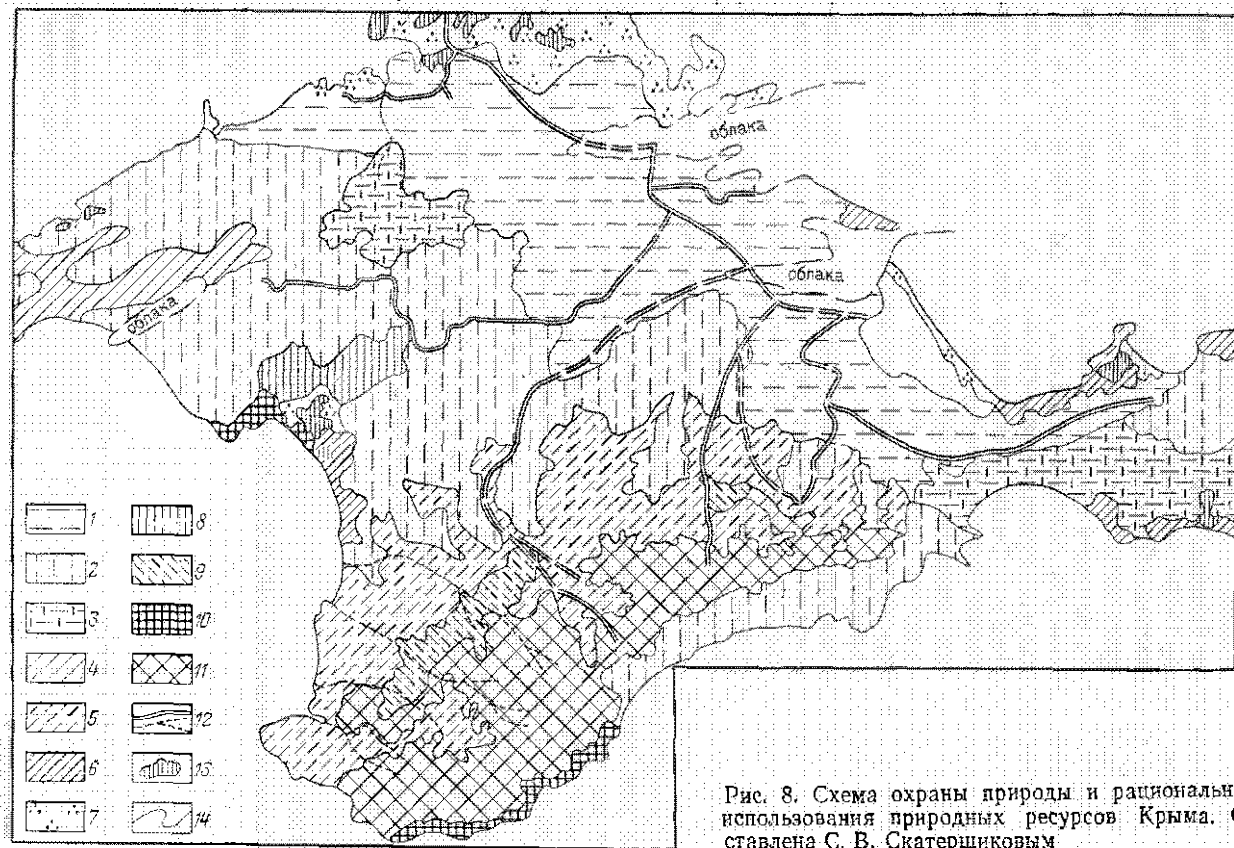


Рис. 8. Схема охраны природы и рационального использования природных ресурсов Крыма. Составлена С. В. Скатерщиковым

сторонней рекультивации 8 и противозерозионных мероприятий 9.

Для рекреационных районов необходимо проводить комплексные мероприятия по охране природы — благоустройство и охрана уникальных объектов 10 и др. Уникальные ПТК горного Крыма нуждаются в «абсолютной» охране — создание заповедников или национального парка 11. Кроме того, на схеме показаны каналы 12, солончаки 13 и границы объектов 14.

Естественно, что приведенная схема (см. рис. 8), являясь одной из первых подобных работ как у нас в стране, так и за рубежом, не полностью отражает все мероприятия, необходимые для охраны природы Крымского полуострова. Так, на ней не нашли отражения, видимо, имеющие место загрязнения атмосферы и гидросферы, что обусловлено отсутствием соответствующей информации.

На основе космических фотоматериалов в Госцентре «Природа» были составлены на ряд других регионов комплексные карты рекомендуемых мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды и частные карты, отражающие необходимые мероприятия для использования и охраны того или иного компонента ландшафта. На комплексных картах отражены главные направления охраны и рационального природопользования, размещение и характер проведенных и рекомендуемых (требуемых) мероприятий для всех ландшафтов в целом. На частных картах показаны размещение и характер конкретных мероприятий только одного какого-либо природного компонента — растительности, почвенного покрова, подземных вод.

В целях унификации содержания карт для легенд комплексных карт рекомендуемых природоохранных мероприятий приведена их типизация, позволяющая составлять легенды по единому плану (табл. 17).

Таблица 17

Типизация природоохранных мероприятий

(к легенде комплексной карты рекомендуемых природоохранных мероприятий)

Участки,			
абсолютной охраны		регулируемого использования эксплуатируемых природных ресурсов	
Уникальные ландшафты	Отдельные компоненты	При экстенсивном использовании	При интенсивном использовании
для мало и слабо измененных			

Анализ нарушений окружающей среды, вызываемых различными видами использования земель, позволил сделать вывод, что наиболее подвержены изменениям физиономические компоненты ландшафта, в первую очередь растительность. Почти так же легко травмируется почвенный покров, несколько более устойчив рельеф. Но в ряде случаев техногенному воздействию подвергаются все основные компоненты и элементы ландшафта. В табл. 18 сделана попытка систематизировать наблюдаемые в пределах исследованных участков Казахстана и Средней Азии виды использования земель, наиболее типичные нарушения окружающей среды и основные мероприятия, необходимые для охраны и рационального использования природных ресурсов.

Важнейшим условием составления комплексной карты является учет взаимодействия картируемого компонента с близлежащими с тем, чтобы рекомендуемые мероприятия для рационального использования и охраны его не приводили бы к резкому ухудшению состояния окружающих компонентов. Другими словами, предлагаемые мероприятия по охране и рациональному использованию отдельно взятого компонента ландшафта (или вида природного ресурса) не должны противоречить задаче охраны и рационального использования как природных ресурсов территории, так и остальных компонентов ландшафта и ландшафта в целом. В связи с этим желательно в любом случае составлять комплексную карту рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Для районов нового освоения оправдано создание карт потенциального использования земель. Эти карты составляются путем выявления возможностей хозяйственного использования природных территориальных комплексов. Составление карт потенциального использования земель целесообразно в рамках природоохраных картографических серий. Знание возможных в будущем видов хозяйственного использования территории

требуемые				
рекультивации нарушенных территорий		защитных мероприятий от загрязнения		
Частичная	Полная	Бытовыми стоками	Промышленными	Комплексом источников
для сильно и необратимо измененных		для всех типов антропогенных ландшафтов		

Таблица 18

## Систематизация природоохранных мероприятий для пустынных областей

Вид использования земель			Факторы, вызывающие нарушения
В сельском хозяйстве	Земледелие	Заливаемые поля	Вспашка, внесение удобрений, полив, дренаж
		Орошаемые	
		Богарные	
	Животноводство	Сенокосные угодья	Скашивание
		Пастбища	Перевыпас
Под населенные пункты и промышленные объекты	Крупные населенные пункты	Селитебные территории	Застройка, асфальт, коммуникации, автотранспорт
	Мелкие (сельские) поселки		Застройка, асфальт, коммуникации, автотранспорт
	Транспортно-промышленные комплексы	Площадные Линейные	Застройка, асфальт, коммуникации, автотранспорт
	Горные разработки	Диффузные (карьеры, шахты) нефти или газоразработки	Открытая разработка Строительство, эксплуатация
Неиспользуемые земли	Естественные неудобья	Обрывы, болота	-----
		Овраги	-----
		Солончаки	-----
	Антропогенные пустоши	Отвалы пород	Открытая разработка
		Участки буровых скважин	Автотракторный транспорт
		Подтопленные земли	Подъем и сработка водохранилища

Наиболее часто нарушаемые компоненты ландшафта	Время воздействия	Основные мероприятия	
		по охране природы	по рациональному использованию земель
Почвы, растительность, грунтовые воды, микро- климат, микрорельеф Почвы, растительность, грунтовые воды, микро- климат, микрорельеф Почвы, растительность, микрорельеф	Постоянно	Регулирование и контроль за внесением удобрений и химикатов	Организация правиль- ных севооборотов, вне- сение удобрений, ре- жима полива, т. е. культурного земле- делия
Растительность  Растительность	Периоди- чески	Регулирование выпаса	Подсев трав, создание искусственных сено- косов Фитомелиорация
Почвы, растительность, подземные воды, релье- ф, микроклимат Растительность, почвы  Рельеф, почвы, расти- тельность Почвы, растительность, микрорельеф Почвы, растительность, рельеф, породы, под- земные воды Почвы, растительность	Постоянно  »  »  Длительно, но не по- стоянно	Озеленение  »  Озеленение, очистные сооружения, дороги  То же	Планировка, благо- устройство  Благоустройство  Рациональная плани- ровка  Рекультивация после выработки
—  —  Почвы, растительность, рельеф, подземные во- ды, породы Почвы, растительность, грунтовые воды	—  —  Периоди- чески	—  —	Мелиорация  —  Рекультивация  Польдерное земледе- лие, рекреация, рыб- но-охотничьи хозяй- ства



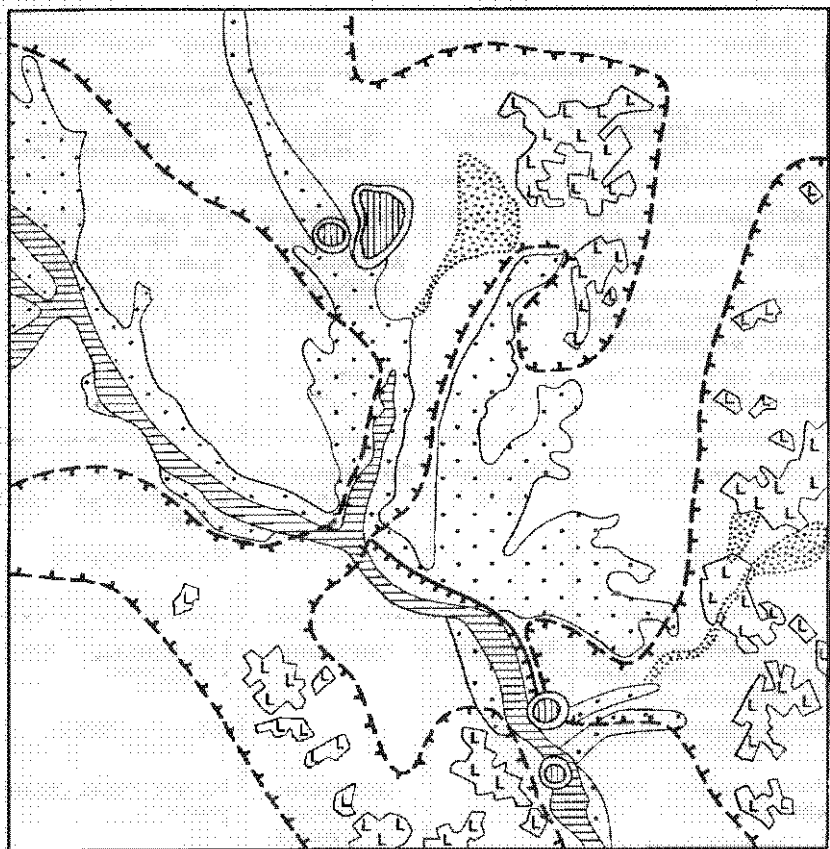


Рис. 9. Карта-схема охраны природы Ургальской котловины, Забайкалье. Составлена А. В. Амелиным

1—7 — необходимые в настоящее время мероприятия по охране природы и восстановлению ее ресурсов: 1 — противопожарные мероприятия, 2 — контроль за соблюдением правил охоты и рыбной ловли, 3 — восстановление коренной растительности на вырубках, 4 — локальное восстановление нарушенной растительности, 5 — противопожарные и противооползневые мероприятия, 6 — противопожарные мероприятия, 7 — озеленение и благоустройство поселков, 8 — населенные пункты

позволяет наметить необходимые для рационализации природопользования природоохранные мероприятия. Ресурсное разнообразие геосистем обуславливает комплексность характеристики возможного в будущем использования территории. На этих картах показываются также структура современного использования земель. Разорванность земель, используемых в настоящее время, или незначительные по сравнению с площадью картографической трапеции размеры освоенных участков позво-

ляют применять при их картографировании способы значков и ареалов.

Карты потенциального использования земель, базирующиеся на материалах фотосъемок земной поверхности из космоса, так же как и карты современного использования земель, создаются при помощи изучения связей между качественными характеристиками элементов вертикальных структур ландшафтов и современными видами использования компонентов геосистем. Таким образом, и в этом случае применяется ландшафтно-индикационная методика.

При составлении карты охраны и рационального использования природных ресурсов такого региона необходимо было учитывать альтернативные возможности будущего использования земель, определяющих то или иное антропогенное воздействие. Примером такой комплексной карты охраны и рационального использования природных ресурсов при предполагаемых антропогенных воздействиях может служить схема,

Таблица 19

Рекомендуемые природоохранные мероприятия, необходимые при возможных антропогенных воздействиях

ПТК	Природоохранные мероприятия при возможных антропогенных воздействиях			
	строительство		использования природных ресурсов	
	селищном, промышленном	транспортном	в сельском хозяйстве	в лесном хозяйстве
Долины крупных рек с пойменными лугами	Строительство очистных сооружений, охрана растительности	Сохранение условий стока	Регулирование сенокосения и выпаса	Использование нецелесообразно
Котловины с болотами и лесами	Сохранение условий стока, осушение, локальные лесопосадки	Сохранение условий стока	Осушение и минерализация почв	Использование нецелесообразно
Тажные среднегорья	Противоэрозийные, озеленительные	Противоэрозийные и противопожарные	Противоэрозийные	Локализация механической трелевки или отказ от нее для сохранения почв, лесопосадки

Таблица 20

Систематизация основных мероприятий по охране окружающей среды  
(разработка к унифицированной легенде комплексной природоохранной карты)

Тип природоохранных мероприятий	Вид и степень измененности ПТК	Хозяйственные угодья или участки, нуждающиеся в охране	Основные мероприятия по охране и мелиорации нарушенных участков	
			общие	частные
Абсолютная охрана от антропогенных воздействий	Уникальные, слабо измененные ландшафты и отдельные компоненты	Заповедники  Области питания пресных грунтовых вод	Организация заповедного режима  Защита от возможного загрязнения	Регулирование выпаса и закрепление песков
Регулирование использования природных ресурсов	Естественные слабо-измененные  Целенаправленно измененные	Пастбища Леса (древесно-кустарниковая растительность) Луга Пашни богарные  Староорошаемые Новоорошаемые Населенные пункты	Регулирование выпаса и вырубки деревьев и кустарников  Регулирование внесения удобрений, глубины вспашки  Соблюдение правил агротехники  Озеленение и благоустройство (канализация)	Культурные огороженные пастбища; ограничения выпаса и выкорчевки растений  Фитомелиорация Противоэрозионные мероприятия (профилактические)  Соблюдение норм полива, внесения удобрений и севооборотов
Мелиорация	Нарушенные при нерациональной эксплуатации	Пастбища	Фитомелиорация  Обводнение	Подсев трав; посадки защитных лесополос; подсев по пескоаккумуляторным бороздам Сооружение колодезной сети; сооружение мелких водохранилищ (прудов)

		<p>Лука</p> <p>Пашни: богарные, эродированные</p> <p>То же, засоренные или зараженные</p> <p>Орошаемые, вторично засоленные поля</p> <p>Нарушенные чайно-слу- Вдоль линейных сооружений в песках</p> <p>Окрестности населенных пунктов и участки расположения буровых скважин</p> <p>Зона влияния оазисов</p> <p>Подтопленные земли водохранилищ</p>
Рекультивация	Необратимо нарушенные при эксплуатации природных ресурсов	<p>Периодически осушаемые участки водохранилищ</p> <p>Подтопленные земли искусственных озер</p> <p>Отвалы пород, отработанные карьеры и т. д.</p>

Фитомелиорация	Подсев трав, уничтожение закустаренности и засоренности
Противоэрозионные мероприятия	Инженерные сооружения в верховьях оврагов; террасирование склонов; лесопосадки
Многопольная система земледелия	Конкретные мероприятия определяются местной спецификой (состав сорняков, виды заболеваний растений)
Мелиорация	Промывка почв
Фитомелиорация	Рассоление с помощью галофитов
Фитомелиорация	Подсев псаммофитов
Очистка от загрязнений, фитомелиорация и благоустройство	Организация захоронения отходов и очистных полей; озеленение
Создание лесопарковой зоны	Посадки тамарикса и черного саксаула; инженерные сооружения
Использование в земледелии (для культуры риса)	Организация дренажной сети

Польдерное земледелие	Инженерные сооружения
Фитомелиорация	Посев трав
Создание зон отдыха и рыбоохотничьих хозяйств	Озеленение, строительство инженерных сооружений
Создание культурного ландшафта	Инженерные мероприятия; фитомелиорация

Таблица 21

## Основные рекомендации по охране природной среды

Использование земель с элементами современного состояния		Рекомендуемые мероприятия по охране природной среды
Пашни	Орошаемые поля, сады, огороды, виноградники а — слабо расчлененные, промытые б — слабо расчлененные, засоленные в — сильно расчлененные, промытые Орошаемые поля (заливаемые) Богарные земли, сенокосы	Охрана почв от избыточного внесения удобрений, ядохимикатов, вторичного засоления; промыв засоленных почв; противоэрозийные мероприятия Профилактика заболеваний (зоонозов) Противоэрозийные мероприятия
Пастбища	Равнинные пустынные а — песчаные б — солончаково-песчаные Равнинно-предгорные, горные и высокогорные	Мелиорация и введение в земледелие новых участков орошаемых полей Регулирование выпаса
Сочетания лесов и пастбищ	Плодово-широколиственные леса и горные пастбища Елово-пихтовые леса и горно-высокогорные пастбища Туган и лугово-болотная растительность	Охрана и восстановление лесов, регулирование или запрет выпаса Профилактика заболеваний (зоонозов), регулирование выпаса и восстановление лесов
Не используемые	Мелководья и временно обсыхающие участки; подтопленные земли Пески барханные; крутые склоны, овраги, обрывы Солончаки	Организация инженерной защиты для полевой земледелия; промыв засоленных почв Мелиорация и освоение под земледелие и пастбища; противоэрозийные и противооползневые мероприятия; лесопосадки —
Крупные населенные пункты	Города, крупные поселки и промышленные комплексы	Озеленение и благоустройство (канализация, водопровод)

	Использование земель с элементами современного состояния	Рекомендуемые мероприятия по охране природной среды
Поверхностные воды	Мелкие горные речки, ручьи, источники	Охрана от загрязнения бытовыми стоками в местах скопления сельскохозяйственных животных
	а — равнинные реки (на всем протяжении)	Охрана от загрязнения бытовыми стоками
	б — в пределах полей орошаемого земледелия	Охрана вод от ядохимикатов, поступающих с полей
	в — ниже по течению крупных городов и промышленных комплексов	Охрана вод от промышленных стоков
	Водохранилища	Охрана от загрязнения при эксплуатации; организация рекреационных зон

составленная на основе дешифрирования космического снимка Ургальской котловины (Забайкалье). В настоящее время эта территория только начинает вовлекаться в интенсивное хозяйственное использование, которое выражается пока лишь в сплошных рубках лесных массивов. Однако природные ресурсы края позволяют предположить возможные антропогенные воздействия в ближайшем будущем. Такой подход нашел отражение на составленной схеме (рис. 9) и легенде к ней (табл. 19).

Эти разработки послужили обоснованием для систематизации в более общем виде основных мероприятий по охране окружающей среды, что явилось необходимым для разработки обобщенной легенды к комплексным картам рекомендуемых мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды различных регионов Советского Союза. В табл. 20 приведена разработка к обобщенной легенде комплексных карт рекомендуемых мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов.

Для отдельных крупных физико-географических регионов, характеризующихся также спецификой хозяйственного использования земель, могут быть разработаны более направленные, конкретные рекомендации для комплексных карт рекомендуемых мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. Примерами таких разработок могут служить табл. 18 и 21.

### **III. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ**

#### **III.1. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ОРИГИНАЛОВ КАРТ**

Для картографического обеспечения мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов с помощью материалов космической фотосъемки используют совокупность частных методов и приемов работ, которые могут быть сгруппированы в два самостоятельных раздела. К первому разделу относятся все виды работ, связанные с разработкой и составлением исходных оригиналов космофотокарт природоохранной тематики. Ко второму — редактирование и составление оригиналов карт и их издания. Вполне очевидно, что работы второго раздела должны осуществляться картографами специальных организаций, например, ПКО «Картография», картфабрик и др. Эти вопросы в данной работе не рассматриваются.

Разработанная нами методика составления исходных оригиналов карт современного состояния природной среды и рекомендуемых мероприятий по ее охране и рациональному использованию природных ресурсов на основе ландшафтно-индикационного дешифрирования материалов космической фотосъемки включает:

- 1) собственно ландшафтные и ландшафтно-индикационные исследования, направленные на выявление и оценку внутри- и межландшафтных взаимосвязей в изучаемом регионе и характера антропогенного воздействия на природную среду;

- 2) ландшафтно-индикационную и другие виды тематической интерпретации снимков и комплекс работ по составлению серий тематических карт природных условий и современного состояния природной среды;

- 3) установление возможных дальнейших изменений природной среды в зависимости от планируемых хозяйственных мероприятий;

- 4) составление прогнозных карт и на основании этих данных и ландшафтных закономерностей;

- 5) составление результирующей комплексной карты охраны окружающей среды или комплексной карты рекомендуемых мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и их охране.

Собственно ландшафтно-индикационные исследования, имеющие своей целью изучение общих ландшафтных закономерностей, выявление индикационных связей, установление фотофи-



экономических индикаторов и оценку их достоверности, а также их дешифровочных признаков, не отличаются от разработанного ландшафтно-индикационного метода для геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических целей.

Однако для составления карт современного состояния природной среды особое внимание уделялось изучению динамики природных и антропогенных процессов и последствий антропогенного нарушения ландшафта.

Результатом этой части исследований обычно являлись ландшафтно-индикационные таблицы, в которых в наиболее обзорной форме рассматривались индикационные внутриландшафтные связи (см. табл. 6, 7). В этих таблицах приводились описания индикаторов, их дешифровочных признаков (или их типичное, эталонное фотоизображение) на тех или иных материалах космической фотосъемки и объекта индикации. Ландшафтно-индикационные таблицы, являясь одной из форм описания ландшафтных взаимосвязей, рассматриваются нами как классификационное ранжирование ландшафтов изучаемого региона и, как правило, служат базой для построения легенд к картам как ландшафтными, так и покомпонентными.

При ландшафтно-индикационном дешифрировании космических материалов изучались не только отдельные, искусственно абстрагированные наиболее тесно взаимосвязанные пары компонентов ландшафта (типа компонент-индикатор — объект индикации), но также максимально использовался весь комплекс физиономических компонентов, рассматриваемых как индикаторы комплекса деципнентных объектов. Это было необходимо для полного отражения на картах природных явлений и процессов.

Комплекс работ по составлению карт природных условий и современного состояния окружающей среды включал дешифрирование космических фотоматериалов и проведение определенного объема полевых исследований. Безусловно, составление каждой тематической карты, входящей в состав серии, направленной на обеспечение мероприятий по рациональному использованию и охране окружающей среды, имеет свои особенности, определяемые спецификой объекта картографирования. Однако в общем цикле работ существует много общего. Так, все работы по составлению на основе космических фотоматериалов исходных оригиналов серии карт природоохранной тематики проводились в три периода \*:

- 1) предварительные камеральные работы;
- 2) полевые исследования;
- 3) окончательные камеральные работы.

\* Наикратчайший срок выполнения работ по составлению исходных оригиналов карт обзорных масштабов был 1—2 года, в зависимости от знакомства авторов с изучаемым регионом и квалификации исследователя. В случае новизны района первым этапом было рекогносцировочное обследование территории.

Принципиальная последовательность выполненных работ по составлению на основе космической фотоинформации исходных оригиналов карт природоохранной тематики представлена в табл. 22.

Если простое перечисление принятых этапов работ по составлению карты довольно тривиально и соответствует обычному ходу работ при тематическом картографировании (например, геологическом, геоботаническом, почвенном и т. д.), то содержание каждого этапа при использовании космической информации значительно отличалось от традиционного. Это отличие обусловлено особенностями космических фотоснимков, определяющими значительное повышение доли камеральных работ, особенно предварительных, по сравнению с полевыми исследованиями, которые проводились в качестве проверочных, контрольных наблюдений.

С другой стороны, принятая методика работы с использованием материалов аэрокосмической фотосъемки дала возможность значительно сократить сроки составления предварительных макетов карт. Так, по материалам летней съемки 1975 г. с ДОС «Салют-4» уже осенью того же года были составлены, например, схема современного состояния ландшафтов и схема охраны природы Крымского полуострова (см. рис. 6 и 7).

Схема предварительного дешифрирования была сразу же проворена при краткосрочных полевых наблюдениях [43].

Предварительный предполетный этап заключался в подготовке работ, в предварительном знакомстве с районом и дешифрировании снимков, составлении ландшафтно-индикационных схем и легенд, составлении отдешифрированных фотосхем и предварительных макетов карт.

Подготовка к разработке карт включала:

1) составление программ карт серии (определение задач, типов и масштабов карт серии; определение территориальных границ исследования; организационное обоснование работ);

2) подбор топографических и фондовых тематических материалов соответствующих масштабов; составление схемы обеспеченности дистанционными материалами территории исследования;

3) сбор и анализ опубликованных картографических и литературных данных по исследуемой территории; составление аннотированной библиографической картотеки и схем картографической изученности района работ;

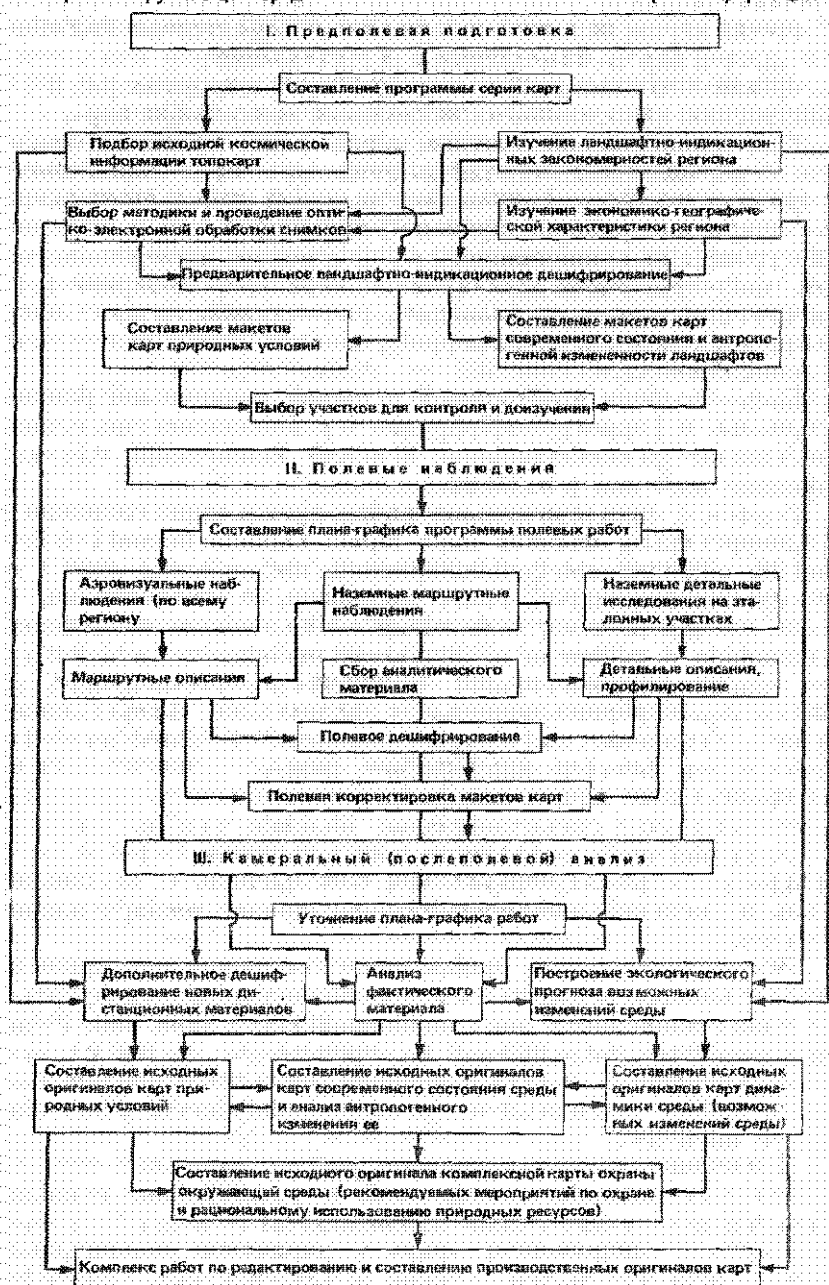
4) подбор исходной космической фотоинформации, отвечающей требованиям составления определенных карт природоохранной серии на исследуемый регион.

Важным разделом этих работ являлось составление программы карт серии. В этой программе освещались:

основные цели и задачи составляемой серии карт (с учетом перспектив хозяйственного развития территории);

Таблица 22

Принципиальная схема работ по составлению карт современного состояния и охраны окружающей среды с использованием космической фотоинформации



современный уровень картографической изученности территории с точки зрения обеспечения мероприятий по охране окружающей среды;

состав серии, основное содержание и характерные особенности каждой карты, намечаемой для составления;

организационные вопросы камеральных и полевых работ для обеспечения качественного составления оригиналов карт.

При рассмотрении состава серии карт, предназначенных для обеспечения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, учитывались как природные условия изучаемой территории, так и современный уровень ее хозяйственного использования, а также наличие или отсутствие ранее составленных карт природоохранной тематики. Это позволило подобрать состав серий, которые могут найти применение в организациях, заинтересованных в получении подобных карт.

После подбора необходимой исходной космической фотоинформации в Госцентре «Природа» осуществлялась подготовка фотоосновы для составления будущей серии карт природоохранной тематики (см. III.2).

В период предварительных работ проводилось составление предварительных макетов карт серии. Однако в связи с тем, что по космическим фотоматериалам составлялись карты на обширнейшие регионы, ранее не знакомые составителям, то после первоначального знакомства с материалами космической фотосъемки и регионом исследований проводилась краткосрочная полевая рекогносцировка. Возникнув в известной мере стихийно, такая рекогносцировка в дальнейшем начала проводиться планомерно, так как для достоверного дешифрирования космических снимков чрезвычайно большое значение имеет предварительное личное знакомство составителя с ландшафтом территории. Эти ознакомительные полевые работы, как правило, проводились в основном аэродесантным методом, т. е. базировались на аэровизуальных наблюдениях с краткосрочными наземными наблюдениями во время висаэродромных посадок.

Рекогносцировочные наблюдения являются по существу предваряющими и относятся к подготовительному циклу работ по составлению серий карт природоохранной тематики. Рекогносцировочные исследования не проводились в тех случаях, когда составители карт уже имели по ранее проводившимся работам личное представление о картографируемой территории или ее аналогах.

Предварительные камеральные работы включали изучение намеченного региона исследований и установление основных ландшафтно-индикационных закономерностей и экономико-географических особенностей (вида и характера использования земель, развития промышленных и транспортных комплексов

и т. д.); проведение предварительного тематического дешифрирования космических фотоснимков; выполнение (при необходимости) дополнительной обработки космической фотоинформации; составление предварительных макетов карт или отдешифрированных фотосхем.

Этот раздел предварительного этапа работ был центральным и потребовал наибольшего внимания и затраты времени. Анализ литературных и картографических материалов служил основой для первоначального представления о физико-географических условиях района, хозяйственной освоённости территории, основных ландшафтных закономерностях и экзогенных процессах. Чем полнее был проанализирован собранный материал, тем более полное представление о территории было получено перед началом работ по собственно дешифрированию космических фотоматериалов. Результатом анализа явилось составление предварительных классификаций ландшафтов и ландшафтно-индикационных таблиц и схем; установление характера использования и степени нарушенности земель и последствий проведения тех или иных природоохранных мероприятий и т. д. Эти материалы послужили основой для предварительных легенд к составляемым макетам карт или схемам дешифрирования.

В качестве картосоставительской основы наиболее рационально использовать фотокарту (см. III.2), составляемую по трансформированным космическим фотоснимкам, однако практически чаще использовались фотопланы, иногда — фотосхемы.

Предварительные макеты карт или отдешифрированные фотосхемы составлялись в два приема; во-первых, проводилось сплошное поконтурное дешифрирование отдельных снимков, покрывающих всю территорию исследований, во-вторых, отдешифрированные контуры переносились картографом на фотосхему или на фотоплан.

Технически такой перенос не представляет трудностей, так как рисунки фотоизображения на снимках, как правило, идентичны рисункам на фотоплане. Основная сложность составления любого предварительного макета карты заключалась в разработке систематизированной легенды.

Важным видом предварительных работ являлось составление рабочей карты природных контуров, которая представляет собой схему предварительного ландшафтного или структурно-геоморфологического дешифрирования. Она составлялась для получения объективных критериев с целью последующего согласования карт серии. Такая рабочая карта природных контуров сопровождалась предварительной легендой, характеризующей физиономические компоненты выделяемых контуров. В качестве рабочей карты природных контуров может выступать и предварительный оригинал ландшафтной карты. В Госцентре «Природа» проводятся исследования по составлению и исполь-

зованию для тех же целей карты «фоторисунка», выделенных на основе анализа фотоизображения по космическим снимкам.

Предварительные макеты составляемых тематических карт или дешифрованные фотосхемы чаще всего имели только контурную нагрузку с индексом в каждом контуре и сопровождалась предварительной легендой. При разработке легенды к ландшафтной (ландшафтно-индикационной) карте за основу была принята составленная по результатам анализа литературных и картографических материалов таблица основных ландшафтных закономерностей (таблица ландшафтных взаимосвязей или ландшафтно-индикационная). Такие легенды были составлены как в текстовом варианте, так и в табличной форме. Легенды к ландшафтным картам, как и таблицы ландшафтно-индикационных взаимосвязей, построены по морфоструктурному принципу. Это позволило широко использовать предварительные макеты этих карт для последующей интерпретации при составлении карт тех или иных компонентов и современного состояния окружающей среды.

Предварительные макеты карты использования земель и современного состояния окружающей среды также являлись сводкой результатов дешифрирования отдельных космических фотоснимков.

При разработке легенд к этим картам бралась за основу унифицированная легенда к картам использования земель, дополненная характеристиками современного состояния окружающей среды.

Градации степени измененности (нарушенности) окружающей среды могут оцениваться либо по измененности одного или нескольких компонентов ландшафта, либо по степени развития доминирующего процесса (эрозии, засоления почвогрунтов, заболоченности и т. д.). В первом случае оценка измененности является интегральной и приемлемой для всех типов ландшафтов и видов хозяйственного освоения территории, т. е. универсальной. Во втором случае такая оценка локальна и может использоваться только при характеристике небольших территорий. Таких локальных характеристик измененности природных ресурсов может быть довольно много: в зависимости от антропогенного фактора, вызывавшего те или иные изменения; от площади, охваченной ими, и т. д. Поэтому для карт современного состояния окружающей среды нами использовалась интегральная оценка, как наиболее объективная.

В период предварительной подготовки и разработки предварительных макетов карт и легенд к ним осуществлялось первоначальное согласование содержания карт серии.

Согласование содержания составляемых легенд и предварительных макетов карт серии, направленных на обеспечение мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов, проводилось постоянно, начиная от разработки

легенд, и включало выработку единого теоретического и методического подхода изучения ландшафтных закономерностей региона и согласование предварительных легенд покомпонентных карт с ландшафтной (ландшафтно-индикационной).

Согласование содержания осуществлялось в период предварительного дешифрирования при разработке общеландшафтной структуры региона, изучении и установлении внутри- и межландшафтных взаимосвязей и составлении таблиц, отражающих такие взаимосвязи (ландшафтно-индикационные таблицы), и при разработке покомпонентных классификаций и легенд.

Согласование содержания составляемых карт серии на предварительном этапе представляло собой необходимый аспект работы, который в дальнейшем облегчил создание взаимосвязанной серии карт, направленной на выполнение главной задачи — обеспечения планирования мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и их охране. Причем только при полном согласовании составляемых карт серии можно было добиться положительных результатов, не противоречащих, а взаимно дополняющих, на различных картах серии.

Составление предварительных макетов карт и согласование их содержания было обязательным завершением предварительного камерального составления серии карт природоохранной тематики, выполняемой на основе дешифрирования космических фотоматериалов. Наличие отдельных отсифрированных снимков (если, конечно, один снимок не перекрывает всю территорию, запланированную для исследований) не дает возможности правильно организовать дальнейшие работы по составлению серии карт природоохранной тематики, которые заключаются в подготовке и проведении полевых проверочных исследований.

Подготовка к полевым исследованиям, направленным на проверку составленных предварительных макетов карт и при необходимости доизучение исследуемой территории, заключалась в выявлении участков, достоверность интерпретации которых вызывала сомнение и которые требовали доизучения традиционными методами, и в выявлении эталонных (контрольных) участков, на которых производилась выборочная проверка качества дешифрирования.

Подготовка к полевым исследованиям, кроме того, включала также уточнение программы работ, в которую вносились реальные графики их выполнения, материально-техническая оснащенность и общий порядок выполнения намеченных исследований.

Полевые исследования проводились с разной степенью детальности в зависимости от особенностей территории, характера и количества участков, потребовавших доизучения и контрольного обследования.

На участках, нуждавшихся в доизучении, т. е. не получивших при предварительном дешифрировании полной интерпретации, проводились наиболее полные наблюдения с привлечением всевозможных традиционных методов. Особое внимание при этом уделялось изучению взаимосвязей физиономических компонентов ландшафта с дефициентными и установлению их дешифровочных признаков на различных материалах космической фотосъемки. На таких участках описывались ландшафтно-экологические профили, где приводились характеристики рельефа, его форм и их сочетаний; состава поверхностных отложений (их цвета и физиономичности); условий увлажнения и стока и выраженности их в рельефе и растительности; почвенно-растительного покрова (его состава, структуры, физиономичности), антропогенных изменений; хозяйственного использования, видов и характера нарушений ландшафтов; современных экзогенных процессов, находящих отражение в физиономических компонентах ландшафта; современных антропогенных процессов, изменивших ландшафт.

Эти исследования проводились обычными методами и сопровождалась сбором аналитического материала.

Выполнение контрольных проверок предварительных макетов карт проводилось как рекогносцировочно по всему району, так и более детально на отдельных эталонных (или ключевых) репрезентативных участках.

При такой проверке осуществлялось визуальное сопоставление видимых на местности и интерпретированных на предварительной схеме дешифрирования контуров. При более детальных работах на ключевых участках такое сопоставление выполнялось по специально намечаемым ландшафтными профилям и по всем выделенным контурам в пределах этого участка. По ландшафтными профилям оценивалась точность проведения границ тех или иных контуров.

Полевые исследования осуществлялись при аэровизуальных, рекогносцировочных наземных автомобильных маршрутах и детальных обследованиях.

Практически аэровизуальные наблюдения проводились в регионах, ранее нами не изучавшихся, в подготовительном периоде для общей рекогносцировки территории; в знакомых исследователям регионах — после составления предварительных макетов карт — преимущественно в середине полевых работ.

Аэровизуальные наблюдения целесообразно проводить в два срока:

в начале работ, когда осуществляется рекогносцировочный облет всей территории, с обязательным посещением всех выделенных при предварительном дешифрировании участков, требующих дополнительного изучения;

в середине срока полевых работ в дополнение к наземным исследованиям.



Аэровизуальная рекогносцировка в начале полевых работ позволяет окончательно наметить участки, требующие доизучения, при этом часть предварительно выделенных участков может в результате проведенных аэровизуальных наблюдений отпасть.

Во время аэровизуальных маршрутов осуществлялась фиксация генетических типов рельефа, характера растительности, иногда литологии поверхностных отложений, типа использования земель. С этой целью была разработана система значковых обозначений, позволяющих заполнять специальные бланки аэровизуальных наблюдений по единой форме и с частотой, обеспечивающей достаточную непрерывность фиксируемых характеристик природных комплексов. Одновременно проводилась и непосредственная полевая интерпретация материалов космической съемки. Аналогичные работы велись и в пределах ключевых участков, однако степень их подробности была более высокой.

Аэровизуальные наблюдения не были проведены только в Нечерноземье.

Детальные наземные наблюдения\* проводились преимущественно только на ключевых участках или участках, требующих доизучения, где они сопровождались детальными исследованиями, включая сбор аналитического материала. Все виды полевых исследований документировались по стандартной форме, принятой при всех видах геолого-географических исследований.

Особенность полевых наблюдений, проводившихся для проверки составления макетов, заключалась в широком использовании космических фотоматериалов при всех видах работ (аэровизуальных, наземных маршрутах и особенно детальных на ключевых участках).

Материалы космической съемки использовались как уточненная основа при ориентировании на местности, а также для полевого тематического дешифрирования, имеющего целью корректировку составления предварительных макетов карт.

Полевое дешифрирование включало использование космических фотоматериалов непосредственно во время аэровизуального или наземного маршрута и в условиях полевого стационара в промежутках между маршрутами.

При полевом маршрутном дешифрировании проводилась идентификация объектов, наблюдаемых на местности, с их фотоизображениями на снимке. Опознанные и интерпретированные объекты обозначались на снимках или фотосхемах условными индексами или шифром. При аэровизуальных наблюде-

---

\* В ряде случаев при контрольной проверке предварительных карт полевые наблюдения состояли только из аэровизуальных наблюдений, сопровождаемых краткими наземными наблюдениями при пнеародомных посадках.

ниях, выполняемых с помощью вертолетов, такие отметки делались непосредственно во время полета. При маршрутных наблюдениях, выполняемых на автомашине, дешифрирование проводилось во время остановок транспорта.

Такая методика полевого дешифрирования потребовала неоднократного оперирования со снимком в условиях, мало приспособленных для работы с ним, поэтому нами изготавливались полевые планшеты на жесткой основе, которые предохраняли снимки от повреждений, потертости и создавали удобства при их дешифрировании.

При наземных наблюдениях на снимок или фотосхему наносились индексы легенд на опознанный и интерпретированный контур, а точки наблюдений показывались на снимке наколом иглы и нумеровались с обратной стороны с одновременной записью результатов наблюдений в дневнике или на бланке.

При камеральном полевом дешифрировании на фотоматериалы наносились собранные сведения по морфометрическим характеристикам макро- и мезоформ рельефа (высоты уступов, холмов, гряд, глубины воронок, западин, промоин и т. д.), дополнительные сведения по особенностям структуры ландшафта, характеристики распределения почвенного и растительного покрова (процентное соотношение членов растительных комплексов, минимальные и максимальные площади, занимаемые ими, состав и закономерность сочетаний) и т. д.

Объем работ в полевой период зависел не только от конкретных целей исследования, но и от района работ, специфики и сложности ландшафтной структуры. В зависимости от целевого назначения, определяемого программой полевых работ, по отдешифрированным космическим фотоматериалам заранее планировались сеть маршрутов и размещение эталонных участков.

В горных районах, где наблюдается частая смена природных контуров, аэровизуальные наблюдения проводились с особой тщательностью и при повышенном сгущении линий маршрутов во избежание пропусков важных объектов исследований. Большое внимание уделялось изучению геоморфологических факторов, характеристикам форм рельефа, особенностям их распределения. Лучше всего наблюдения такого рода проводить по установленной унифицированной форме, что дает возможность правильно оценить и зафиксировать все природные и антропогенные объекты исследований.

В равнинных районах, в зависимости от физиономичности и ландшафтно-зональной структуры исследуемой территории, в первую очередь устанавливались региональные различия и, исходя из особенностей их внутренней структуры, намечалась рациональная сеть проверочных маршрутов. В зависимости от характера природных условий, степени освоенности района намечались аэровизуальные, наземные автомобильные и пешие

маршруты. Заранее продуманная цель и выбор маршрута в равнинных районах закономерно ведут к сокращению сроков полевых работ на отдельном участке. Монотонность смен природных факторов в условиях равнин позволила практиковать метод ключевого исследования на площади, выбранной заранее по совокупности признаков.

Наблюдения, проведенные на ключевом участке, в дальнейшем экстраполировались на прилегающие и отдаленные площади. Хорошей основой для изучения характера ландшафтных связей служили экологические профили и увеличенные фрагменты космических снимков.

При полевых работах осуществлялся также контроль соответствия содержания предварительных макетов карт. При контроле устанавливалось соответствие идентичных контуров на предварительных макетах различных тематических карт серии и согласовывалось содержание сопредельных контуров по границам листов составляемых карт при выполнении работ на территории, включающие два листа карт и более.

По возвращении с полевых работ выполнялся совокупный просмотр снимков и уточнение положения границ на карте с учетом всех собранных материалов, перенос результатов полевого дешифрирования со снимков и калек на фотооснову, а затем составлялись сводки признаков дешифрирования всех природных объектов, используемых при данном исследовании.

На основе выполненной работы разрабатывался окончательный вариант легенды для каждой карты, содержание и рисовка контуров в серии карт.

Обработанные материалы полевых наблюдений и полевого дешифрирования могут служить для оценки качества камерального дешифрирования. Нами они использовались только для корректировки предварительных макетов и составления исходных оригиналов.

Окончательное составление исходных оригиналов карт было результирующим во всем комплексе работ. В этот этап входили:

- 1) систематизация и анализ собранных полевых материалов, включая систематизацию аналитических данных проб и образцов грунтов, почв, воды и пр.
- 2) дополнительный анализ фондов материалов и публикаций с учетом личного знакомства с исследуемой территорией;
- 3) дополнительное дешифрирование космических снимков и окончательное составление контурной части карты;
- 4) доработка легенды и условных обозначений карты;
- 5) картографическое оформление;
- 6) составление объяснительной записки к карте.

При рисовке контурной части исходного оригинала карты осуществлялась последняя авторская проверка соответствия идентичных контуров составляемых карт серии.

Таблица 23

Этапы работ при составлении карт современного состояния и охраны окружающей среды

Этап	Содержание работ	Результаты	
Предполе- вая под- готовка	Составление программы серии карт	Программа работ	
	Подбор исходной космо- фотонформации	Космические снимки, фотосхемы и фо- токарты района работ	
	Изучение ландшафтно- индикационных и эконо- мико-географических ха- рактеристик	Ландшафтно-индикационная таблица; экономико-географическая характери- стика; предварительные легенды	
	Выбор методики и про- ведение оптико-элект- ронной обработки сним- ков	Дискретизация: синтез многозо- нальных снимков; синтез разновре- менных снимков	Слайды и снимки выбран- ных участков
	Предварительное дешиф- рирование	Отдешифрованные снимки	
	Составление макетов карт или предваритель- ных оригиналов	Макеты карт (отдешифрованные фо- тосхемы) или предварительные ориги- налы карт	
Выбор участков для контроля и доизучения	Схема расположения контрольных и малоизученных участков		
Полевые наблю- дения	Составление плана-гра- фика полевых работ	План-график, схемы контрольных на- земных и аэровизуальных маршрутов	
	Аэровизуальные, назем- ные маршрутные и де- тальные наблюдения	Дневники маршрутных и детальных описаний; описания профилей, карта фактического материала	
	Сбор аналитического ма- териала	Пробы воды, грунтов, растений; жур- налы регистрации проб	
	Полевое дешифрирование	Отдешифрованные фотосхемы или исправления на предварительных ори- гиналах карт	
	Полевая корректировка оригиналов карт	Авторские оригиналы карт с полевыми исправлениями	
Камераль- ный анализ	Уточнение плана-гра- фика работ	Уточненный план-график	
	Анализ собранного фак- тического материала	Аналитические профили, уточненные легенды к картам	

Этап	Содержание работ	Результаты
Камеральный анализ	Построение экологического прогноза	<p>Схема-таблица прогноза возможных изменений окружающей среды (на определенный срок):</p> <p>а) при сохранении существующего типа использования земель;</p> <p>б) при проведении планируемых мероприятий по хозяйственному использованию земель</p>
	Составление исходных оригиналов карт	Исходные оригиналы карт с легендами к ним; объяснительные записки к картам; технические требования к оформлению карт

Согласование контурной рисовки включало идентификацию содержания выделяемых контуров и выявление и увязку идентичных контуров, если несовпадение было обусловлено техническими погрешностями.

Идентификация содержания и контурной рисовки проводилась при дополнительном дешифрировании космических фотоматериалов в период составления исходных оригиналов карт с использованием предварительной ландшафтной карты.

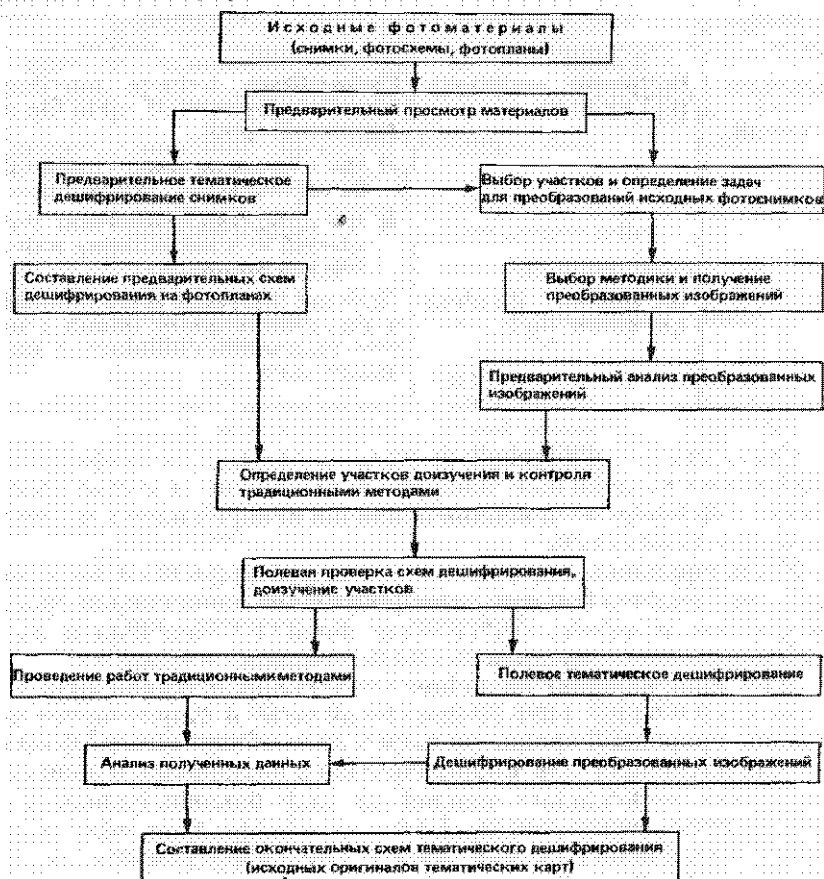
Этот этап включал не только окончательное составление исходных оригиналов карт природных условий и современного состояния природной среды, но также дальнейший анализ фактического материала для прогнозирования возможных изменений и составления исходных оригиналов карт рекомендуемых природоохранных мероприятий. При составлении этих карт материалы космической съемки имеют уже второстепенное значение, так как основное содержание строится на основании анализа общих закономерностей развития территории, а также существующих и планируемых мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. Космические фотоматериалы при составлении исходных оригиналов карт служили только в качестве фотоосновы. Для составления карт использовались как ландшафтная (ландшафтно-индикационная) карта, так и все тематические карты.

По своему назначению и картографическому изображению природных комплексов рекомендательные карты весьма близки к синтетическим картам природной среды [17].

На окончательном исходном оригинале карты природоохранных мероприятий отражались участки, охваченные природоохранными мероприятиями, непосредственно отдешифрированными по космическим снимкам, а также участки, для которых

Таблица 24

Схема использования космических фотоматериалов при составлении тематических карт



необходимо организовать мероприятия для рационального использования природных ресурсов. Выявление таких участков проводилось на основе сопоставления результатов комплексного ландшафтно-индикационного дешифрирования с современным состоянием окружающей среды.

При составлении легенды к карте природоохранных мероприятий исходили из типизации участков, требующих тех или иных мер по охране и рациональному использованию природных ресурсов. После проведения всего комплекса дешифровочных и проверочных работ были составлены исходные оригиналы всех тематических карт серии. Они выполнялись в основном на фотопланах (фотооснове).

Исходные оригиналы тематических карт были выполнены в необходимых условных обозначениях, но для облегчения дальнейшей работы картографа обязательно сохранялась индексация выделенных контуров, которая может отсутствовать на изданной карте; они сопровождалась систематизированными легендами, включающими все показываемые на них условные обозначения.

В табл. 23 приведены ожидаемые результаты каждого вида работ по основным этапам составления карт природных условий, современного их состояния и рекомендуемых природоохранных мероприятий на основе материалов космической фотосъемки. Собственно работы с космическими фотоматериалами для составления карт приведены в табл. 24.

По таким схемам нами были осуществлены работы по составлению серий карт, направленных на обеспечение мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды различных регионов Советского Союза (см. V).

### **III.2. ОБЩИЕ ПРИЕМЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕРИЙ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ**

Использование космической фотоинформации для составления тематических карт природных образований, явлений и процессов требует дешифрирования этих материалов. Под дешифрированием космофотоснимков обычно понимается распознавание изучаемых природных образований или их индикаторов по рисунку фотоизображения (тону, цвету, структуре), его размерам и сочетаниям с другими, т. е. текстуре фотоизображения. Эти внешние характеристики присущи только тем физиономичным компонентам ландшафта, которые имеют непосредственное отражение на снимке.

В связи с этим только незначительное число природных компонентов может быть отдешифрировано по прямым признакам. К ним относятся формы рельефа, растительный покров, иногда характер поверхностных отложений.

Следует отметить, что с изменением вида дистанционной съемки и ее масштаба относительно меняется и категория физиономичности. Один и тот же тип ландшафта при наземных исследованиях и на крупномасштабных аэрофотоснимках, относимый к категории фитофизиономичных, на космических фотоснимках может быть отнесен только к орофизиономичным из-за интегральности изображения растительности. Так, с уменьшением масштаба фотографирования уменьшается роль зонального растительного покрова в формировании рисунка фотоизображения и увеличивается значение мезо- и макроформ

рельефа. Преимущественно это относится к регионам, лишенным древесной (лесной) растительности.

В качестве основных материалов при картографировании с целью обеспечения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды применялись космические фотоснимки, полученные в широком диапазоне электромагнитного спектра, а также материалы многозональной съемки и результаты ее синтеза. В ряде случаев были использованы цветные и спектрзональные снимки. Все снимки были плановые; изучались как контактные отпечатки, так и увеличенные изображения.

Для составления тематических карт современного состояния и охраны окружающей среды, как правило, дешифровался комплекс космических фотоснимков, имеющих на изучаемую территорию. Сплошное поконтурное дешифрирование проводилось по черно-белым отпечаткам, выполненным либо в широком диапазоне электромагнитного спектра (0,48—0,74 мкм), либо в узкой зоне видимой части спектра в интервалах 0,6—0,74 мкм. Для работы подбирались фотоснимки, достаточно контрастные и выровненные по тону (цвету). В качестве основы для составления исходных оригиналов тематических карт применялись фотосхемы и фотопланы, созданные путем монтажа космических фотоснимков и обладающие большей обзорностью, чем отдельные снимки.

Космофотосхемы применялись на начальных этапах работ по дешифрированию обширных территорий, превышающих площадь, охватываемую одним снимком. Они были необходимы для общего обзора территории. Но использование их для тематического дешифрирования ограничено вследствие обычных технических погрешностей (недостаточной увязки по границам склеивания отдельных фрагментов космических снимков, иногда худшего фотографического качества, чем снимки).

На фотокарты и фотопланы при составлении исходных оригиналов тематических карт переносились контуры, полученные при тематическом дешифрировании отдельных снимков.

Как показывает наш опыт, для составления исходных оригиналов тематических карт природных условий, их современного состояния и охраны окружающей среды нужны фотопланы (фотокарты) в масштабе составляемых карт. Фотосхемы могут быть более мелкого масштаба, так как они нужны в основном лишь для общего обзора исследуемой и прилегающей территории (табл. 25).

Таблица 25

**Масштабный**  
(тематическое  
жающей

Заданный масштаб составляемых карт	
1 : 200 000	
1 : 500 000	
1 : 1 000 000	



ряд топографических и фотографических материалов  
дешифрирование для составления карт современного состояния и охраны окружающей среды)

топографических карт	Масштабы		
	космических фотоматериалов		
	увеличенных изображений космических снимков	космофотокарт — основ	дополнительных фотоматериалов (фотосхем и увеличенных изображений)
1 : 100 000 1 : 200 000 1 : 500 000	1 : 200 000	1 : 200 000	1 : 100 000 1 : 1 000 000
1 : 200 000 1 : 500 000 1 : 1 000 000	1 : 200 000 1 : 500 000	1 : 500 000	1 : 200 000 1 : 1 000 000 1 : 2 500 000
1 : 500 000 1 : 1 000 000 1 : 2 500 000	1 : 500 000 1 : 1 000 000	1 : 1 000 000	1 : 200 000 1 : 2 500 000

В общих чертах приемы дешифрирования космических фотоснимков (табл. 26) для составления карт современного состояния природных ресурсов и охраны окружающей среды аналогичны принятым для тематического дешифрирования аэрофотоснимков и освещенным Д. М. Киреевым \*.

Привязка снимка, т. е. определение пространственного положения границ снимка, заключалась в точном географическом установлении территории, изображенной на нем. Привязка снимка осуществлялась при помощи топографических карт, масштаб которых соответствовал масштабу снимка или был мельче его.

Характерными контурами привязки снимка служат береговая линия водоемов (моря, озера, водохранилища) и рисунок гидрографической сети (реки, сухие русла), конфигурация которых позволяет относительно просто привязать снимок. Эти объекты имеют мало изменяющиеся прямые дешифровочные признаки на всех видах космических фотоснимков. При отсутствии водоемов привязка снимков осуществлялась по макроформам рельефа (горным массивам, крупным бессточным впадинам и т. д.), также имеющим достаточно четкие прямые дешифровочные признаки.

\* Киреев Д. М. Ландшафтный метод лесного дешифрирования аэроснимков. Автореф. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук. Л., 1976.

**Последовательность дешифрирования космических фотоснимков  
(приемы дешифрирования)**

Этапы	Критерии	Результаты
I. Привязка	Признаки изображения объектов	Точное географическое положение участка
II. Обнаружение	Признаки изображения (тон, цвет, структура рисунка фотоизображения)	Обособление фотофизиономических компонентов ландшафта
III. Оpozнaвание	Признаки изображения (дешифровочные признаки конкретных объектов)	Установление фотофизиономических компонентов ландшафта
IV. Интерпретация	Фотофизиономические компоненты ландшафта, внутри-ландшафтные взаимосвязи Фотофизиономические компоненты ландшафта, их взаиморасположение (текстура ландшафта) Резкие отклонения в типичных дешифровочных признаках физиономических компонентов ландшафта	Установление нефизиономических (деципиентных) компонентов ландшафта Выявление динамичных явлений и процессов, как природных, так и антропогенных, и их направленности Выявление антропогенных (техногенных) нарушений и вызванных ими процессов
V. Экстраполяция	Признаки изображения и установленные по ним объекты, явления и процессы	Идентификация аналогичных объектов, явлений и процессов на других участках; установление ландшафтов-аналогов, составление схемы дешифрирования

Для привязки фрагментов увеличенных отпечатков снимков исследовался весь снимок или последовательный ряд снимков на основе тех же критериев.

Большое облегчение или полную замсну этого этапа представляли заранее составленные картограммы расположения снимков, выполняемые на предприятиях — изготовителях информации. При наличии большого числа разнообразных космических фотоматериалов составлялась сводная схема расположения снимков на топографических или контурных картах.

Обнаружение объектов дальнейшего дешифрирования состояло в сопоставлении различных рисунков фотоизображения и, как правило, сопровождалось их распознаванием (идентификацией). При самостоятельной привязке снимка этот этап сливался с предыдущим; при использовании для привязки готовых схем расположения снимков обнаружение объектов дешифрирования приобретало самостоятельное значение. В результате привязки и обнаружения объектов на снимке опознавались все характерные участки и географические пункты.

Опознавание или идентификация объектов тематического дешифрирования включало анализ структуры и текстуры фотоизображения, по которым опознавались фотофизиономические компоненты ландшафта, антропогенные сооружения, характер использования земель, антропогенная измененность или нарушенность физиономических компонентов. Благодаря этому анализу устанавливались прямые дешифровочные признаки фотофизиономических компонентов.

Используя современные технические средства, можно количественно охарактеризовать яркостные особенности фототона отдельных частей и затем представить снимок как совокупность однородных по плотности фотоизображения ареалов. Однако эти ареалы будут неполно соответствовать реально наблюдающимся природным территориальным комплексам. Различия в степени увлажненности поверхностного слоя грунтов и растительности, несоответствие ритмических стадий, переживаемых однотипными ландшафтами, различная степень их нарушенности, наличие в пределах ландшафтов структурных элементов с отличными от общеландшафтной отражательными способностями, различия в качестве фотоматериалов и режиме их обработки и еще ряд других, не поддающихся в полной мере учету факторов обуславливают нестабильность фототоновых характеристик в пределах однородного в ландшафтном отношении контура. Так, фототоновые характеристики контуров ландшафтов, сложенных кислыми интрузивными и сильно метаморфизованными породами, занятых кедрово-стланиковыми горными тундрами в Забайкалье, могут варьировать от темно-серых до белых в пределах одного снимка в зависимости от степени заснеженности того или иного участка их ареала и от освещенности. Следствием этого является дальнейшая дифференциация фотоизображения гомогенных природных территориальных комплексов.

Одинаковые в ландшафтном отношении участки горного склона могут иметь такое контрастное изображение, что идентификация их на основе только анализа фототона становится затруднительной. Указанные особенности фототоновых характеристик объясняют также и явление тоновой интеграции разнокачественных ландшафтных объектов. Таким образом, при использовании фототона как дешифровочного признака следует учитывать как явления дифференциации изображений однородных природных территориальных комплексов, так и возможность идентичности фототоновых характеристик совершенно разных ландшафтов. Следовательно, однозначное соответствие качественных характеристик ландшафтов и фототоновых характеристик установлено быть не может.

Фототоновые или цветовые характеристики (для спектральных или цветных снимков) не являются надежным признаком определения качественных характеристик ландшафтных

объектов. Этот вывод справедлив для всех видов космической съемки. Так, для спектрзональных снимков с условно-цветным изображением также отмечена множественность возможных ландшафтных интерпретаций цветных характеристик. Например, денудационные и аккумулятивные равнины Предбайкальской впадины, занятые сосновыми мелколиственными и лиственничными лесами, фиксировались на снимках близкими оттенками светло-голубого цвета. Вместе с тем, аналогичные равнины с сосновыми и темнохвойными лесами передавались на этом же снимке неразличимыми между собой оттенками темно-голубого цвета. Неоднозначность цветовых характеристик однородных объектов присуща и синтезированным из материалов многозональной съемки условно-цветным изображениям. Например, близкие цветовые характеристики могут иметь эрозионно-расчлененные низкогорья с лиственничниками. В то же время при применении этого же варианта синтеза на близко расположенных к первым участкам можно было уверенно дифференцировать низкогорья с темнохвойными лесами и лиственничные редколесные ландшафты среднегорий. Неоднозначность интерпретации фототоновых (цветовых) и синтезированных на основе многозональной фотосъемки составных цветных изображений может быть отчасти устранена при помощи изучения космических снимков в разных зонах спектра и множественности синтезированных из них условно-цветных изображений. Однако необходимо постоянно помнить, что неоднозначность характеристик изображения и картографируемых природных территориальных комплексов не может быть устранена полностью. В связи с этим определения качественных характеристик ландшафтов будут надежны лишь в том случае, если они базируются на использовании комплекса дешифровочных признаков, включая косвенные, и данных полевых экспериментальных работ.

Сочетания яркостных характеристик природных территориальных комплексов, структура и текстура фотоизображения являются более стабильными признаками качественного своеобразия ландшафтов. Закономерно повторяющиеся, однородные в фототоновом отношении типы элементов фотоизображения, связанные определенным образом между собой, могут считаться структурами фотоизображения. Они образуют ареалы, являющиеся основой для выделения на увеличенных космических снимках природных территориальных комплексов ландшафтов.

Структурные особенности фотоизображения оказались наиболее стабильными фотографическими характеристиками изображаемой поверхности. Они сохраняются, лишь частично модифицируясь, на всех видах космических снимков. Варьируют степень их выраженности, фототоновые особенности составляющих их элементов. Однако взаимное сопряжение элементов

чаще всего остается постоянным. Определяемые наличием внутренней закономерной неоднородности ландшафтов структуры фотоизображения территориально достаточно стабильны. Их пространственная локализация варьирует в зависимости от видов съемки в пределах точности, допустимой при картографировании. Достаточно стабилен и тип свойственных ландшафтам структур. Так, еще на предварительных этапах составления ландшафтной карты в пределах Баргузинской котловины были обнаружены участки, фиксируемые на космических снимках своеобразной структурой, состоящей из светло-серых округлых и вытяженных извилистых элементов на светлом фоне. Эти изображения позволили предположить, что днище Баргузинской котловины в отдельных местах испытывает засоление. Ознакомление с опубликованными данными и полевая проверка подтвердили предположение, основанное на сравнении структуры изображения одного из участков Северного Прибайкалья со свойственными пустынным засоленным районам. Использование материалов космических съемок позволило уточнить положение засоленных участков. Однако структуры фотоизображений, свойственных определенному типу ландшафтов, при стабильности их типа могут варьировать в зависимости от времени съемки, ее качественных характеристик, индивидуальных особенностей ландшафтного строения картографируемой территории. Это обстоятельство не позволяет формализовать выявленные при дешифрировании типы структур фотоизображения. Использование их в качестве дешифровочного признака становится эффективным лишь при наличии достаточно длительного опыта дешифрирования космических снимков, сопровождаемого постоянной экспериментальной проверкой.

Таким образом, использование для опознавания объектов 4—5 независимых признаков: тона, формы, размера элементов рисунка, их сочетания с другими — значительно повышало достоверность опознавания объектов дешифрирования.

Интерпретация фотофизиономичных компонентов ландшафта или антропогенных объектов, опознанных по прямым дешифровочным признакам, заключалась в классифицировании этих объектов по определенному принципу в зависимости от тематической направленности дешифрирования. Так, например, при ландшафтном дешифрировании интерпретировались физиономичные компоненты природно-территориальных комплексов, а опознанные хозяйственные объекты служили только для правильной ориентировки. Наоборот, при дешифрировании хозяйственного использования внимание обращалось на опознанные объекты использования земель — поля, дороги, населенные пункты, промышленные комплексы и т. д.

Интерпретация деципиентных компонентов ландшафта или их антропогенных изменений производилась ландшафтным или ландшафтно-индикационным методом. Полная и достоверная

интерпретация снимков для целей природоохранного картографирования была возможна только на основании комплексного использования прямых и косвенных дешифровочных признаков. На этом этапе определялась также необходимость использования дополнительных космических фотоматериалов (цветных, спектрзональных, многозональных) и выполнения оптико-электронных преобразований.

Процесс интерпретации сопровождался рисовкой контуров, т. е. созданием по отдельным снимкам схем дешифрирования.

Для этого первоначально на снимках отрисовывались все водные объекты: реки, озера, водохранилища, береговая линия морей или океанов. Последующая рисовка контуров и тематической нагрузки зависела уже от характера составляемой схемы дешифрирования.

Экстраполяция включала выявление аналогичных объектов по всей территории исследований и составление предварительного макета карты. Для этого на фотоплан или фотосхему наносились все данные, полученные при тематическом дешифрировании отдельных снимков. (Эту работу целесообразно поручать специалисту-картографу). Если вся территория исследований не выходит за пределы одного снимка, то этап экстраполяции упрощен. После предварительного дешифрирования, при котором выполняют полностью все этапы дешифрирования в камеральных условиях, получают предварительно отдешифрированные фотосхемы или фотопланы, являющиеся макетами составляемых тематических карт (см. I).

Как показывает наш опыт работы по природоохранному картографированию на основе космических фотоматериалов, для облегчения дальнейшего согласования при составлении серии тематических карт на стадии предварительного дешифрирования целесообразно составлять схему расположения объектов, общих для всей серии. Эти объекты должны помещаться также на тех основах (фотопланах, фотокартах), на которых производится составление исходных оригиналов тематических карт. К этим объектам относятся: гидрографические (реки, озера, моря, каналы, водохранилища, ледники и пр.); геоморфологические (гребни хребтов, обрывы, крупные уступы и т. д.); геоботанические (границы лесов, вырубок, болот); сельскохозяйственные (границы полей, лесополосы и т. д.); промышленно-селитебные (границы промышленных комплексов, населенных пунктов, основные транспортные магистрали и т. д.).

Эта тематическая подготовка единой основы, на которой дальше работают отраслевые специалисты, значительно повышает точность составляемых карт и облегчает согласование различных карт серии. Такой подход был осуществлен в Госцентре «Природа» при разработке методики комплексной картографической интерпретации природных ресурсов крупных регионов.

#### **IV. ОСОБЕННОСТИ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОСНИМКОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ**

##### **IV.1. ОПЫТ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ**

В качестве основных космических фотоматериалов нами использовались интегральные черно-белые снимки и снимки, выполненные в диапазоне 0,6—0,7 мкм. На дешифрировании этих материалов основывалось составление исходных оригиналов тематических карт серий, предназначенных для обоснования мероприятий рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

При ландшафтном дешифрировании космических фотоснимков на основе анализа структуры и текстуры фотоизображения выделялись первоначально крупные природно-территориальные комплексы, как правило, в таксономическом ранге ландшафтов или групп типов ландшафтов. Внутри отдешифрированных контуров проводилось более детальное разделение в зависимости от масштаба составляемых карт и используемых материалов. При детализации контуров большое значение имел анализ пространственного размещения их и сопряженности друг с другом. В целом ландшафтное дешифрирование снимков осуществлялось от общего к частному (см. II.1). При составлении серии тематических карт предварительное ландшафтное дешифрирование было ограничено обособлением природных контуров, которые различаются по фотоизображению (см. III.2).

Дешифрирование космических снимков проводилось в определенной последовательности. Первоначально на снимках отрисовывалась гидрографическая сеть, все водные объекты и береговая линия морей или океанов. Далее проводились границы между крупными ландшафтными единицами (природно-территориальными комплексами), наиболее четко проявляющиеся на мелкомасштабных космических фотоснимках. Дешифрирование крупных природно-территориальных комплексов контролировалось по имеющимся топографическим и тематическим картам. По характеру оно близко к предварительному ландшафтному районированию. Такое типологическое районирование было обязательным при дешифрировании снимков, охватывающих крупные регионы в рамках физико-географической страны или группы стран, либо в рамках крупного территориально-производственного комплекса; при работе на небольших участках, охватываемых отдельным снимком, ранг выделяемых типологи-

ческих единиц соответственно был ниже. Детальное поконтурное дешифрирование проводилось уже с учетом этого предварительного разделения территории.

Так, при ландшафтном дешифрировании для составления карт в масштабах 1:500 000—1:1 000 000 вначале выделялись морфоструктурные области, характеризующиеся сочетаниями определенных форм мега- и макрорельефа и структурного рисунка ландшафтов, приуроченные к определенным морфоструктурам высшего порядка, с учетом природной зональности почвенно-растительного покрова (горизонтальной в равнинных участках, вертикальной поясности — в горах). Далее подразделялись морфоструктуры второго и более низкого порядка (по морфогенетическим подразделениям макро- и мезорельефа) с учетом лито-эдафических условий, а затем по структурному рисунку ландшафтов, отражающих уже определенные сочетания почвенно-растительного покрова и соответствующих урочищам или фациям ландшафтов.

Такое ландшафтное дешифрирование осуществлялось на отдельных снимках. Причем для предварительного типологического ландшафтного районирования использовались снимки в масштабе составляемой карты (иногда мельче); на последующих этапах проводилось дешифрирование увеличенных фотоматериалов, масштаб которых был крупнее масштаба составляемого оригинала карты, и использовались составные синтезированные цветокодированные изображения, полученные путем синтеза материалов многозональных съемок (см. IV.2 и IV.3).

Результаты дешифрирования отдельных снимков переносились на основу исходного оригинала ландшафтной карты исследуемого участка.

Интерпретация отдельных компонентов ландшафта, а также некоторых типов ландшафта при дешифрировании космических снимков имеет свои особенности, в частности, для более достоверного дешифрирования иногда помимо основных фотоматериалов следует использовать ряд дополнительных (например, спектрозональные или многозональные снимки).

Обобщенный опыт выделения некоторых компонентов ландшафта на космических снимках приводится кратко ниже.

Гидрографические объекты распознаются по прямым признакам при дешифрировании любых космических снимков. Так, на интегральных черно-белых снимках — по темному однородному тону изображения и характерному рисунку. Искусственно созданные водоемы отличаются от естественных уже по косвенным признакам — по наличию гидротехнических сооружений (плотин, дамб), которые определяются по прямолнейному рисунку границы в расширенной (нижней) части водоема. Для отделения мелководной поверхности от суши или зарослей гидрофильной растительности дешифрируются снимки, выполнен-



ные в ближней инфракрасной зоне электромагнитного спектра, на которых открытая водная поверхность имеет наиболее интенсивный темный фототон. При изучении рельефа дна мелководий надо использовать снимки, выполненные в коротковолновой части спектра (0,54—0,62 мкм) [44].

Все формы рельефа распознаются, как правило, по прямым дешифровочным признакам в основном по рисунку фотоизображения. При дешифрировании космических снимков в первую очередь выявляются крупные структурные формы рельефа, выделение которых возможно даже при мощном плаще рыхлых отложений. Далее проводится более детальное изучение внутреннего строения крупных морфоструктурных элементов: определяются элементы морфоструктур более низкого порядка, выделяются выраженные в рельефе элементы разломной тектоники, фиксируются отдельные формы рельефа. Учитывая тектоническое строение территории, физико-географические условия, историю развития рельефа района, устанавливаются дешифровочные признаки отдельных форм рельефа.

По особенностям морфологии рельефа, отраженным в фотоизображении на космическом снимке, определяются возрастные генерации форм рельефа одного генезиса. Например, древние морены от современных отличаются большой сглаженностью форм, задернованностью, что находит отражение в более темном фототоне и худшей выраженности структуры фотоизображения (табл. 27).

Характерные дешифровочные признаки имеют золотые формы рельефа, четко различающиеся по степени перевесанности песчаных отложений. Наиболее постоянные дешифровочные признаки имеют барханные и грядовые формы песчаных скоплений (очень светлый фототон, волнистый рисунок, у барханов элементы рисунка часто имеют серповидную форму).

На снимках устойчивые дешифровочные признаки в структуре фотоизображения имеют эрозионные и оползневые формы рельефа, четко выявляются крупные уступы, различные впадины и др.

Для изучения рельефа пригодны черно-белые интегральные и выполненные в зоне 0,6—0,7 мкм снимки. Несколько хуже использование цветных и спектрзональных материалов, хорошие результаты дает дешифрирование цветных составных изображений, полученных путем синтеза многозональных снимков.

Состав поверхностных отложений выявляется на снимках преимущественно по косвенным признакам. Исключение составляют отложения некоторых аридных ПТК: песчаных массивов, такыров и такыровидных участков, сложенных глинами и тяжелыми суглинками; лишенных растительности выходов гипсоносных глин (бэдленд). Эти ПТК распознаются непосредственно по тону и рисунку фотоизображения, а следовательно, слагающие их поверхностные отложения. На закрытых расти-

Таблица 27

Дешифровочные признаки некоторых геоморфологических объектов высокогорной страны (на примере Памира)

Геоморфологический объект	Дешифровочные признаки	Внешний облик
Морены	Тон от темного до светло-серого; структура — ячеистая, мелкопятнистая; контур овально-вытянутый	Мелкохолмистые, незадернованные, реже задернованные поверхности
Солифлюкционные поля	Тон и структура те же, рисунок имеет нечеткий размытый контур	То же
Конусы выноса временных водотоков	Тон светлее, чем окружающие объекты; структура — веерная; форма контура секторная	Слабо выпуклые, слегка наклонные, обычно незадернованные поверхности
Аллювиальные террасы	Тон средней интенсивности; почти бесструктурный или слабо пятнистый рисунок, сегменты которого вытянуты вдоль водотока	Слабо наклонные, ровные задернованные поверхности
Осыпи	Тон от светло- до темно-серого; структура — слабая продольная полосчатость; контур расположен вдоль склона	Крутонаклонные с продольными полосами россыпей щебня незадернованные поверхности
Обвалы	Тон темно-серый до черного; структура — слабо пятнистая; контур — неправильной формы	Беспорядочное нагромождение обломочного материала

тельным покровом участках состав поверхностных отложений изучается с помощью ландшафтных индикаторов. Для картографирования состава поверхностных отложений дешифрируют интегральные черно-белые снимки; черно-белые снимки, полученные в зоне 0,6—0,7 мкм; составные цветокодированные снимки, полученные в результате синтеза материалов многозональной съемки.

Дополнительно для уточнения состава отложений дешифрируются цветные и спектрзональные снимки.

Определение почвенного покрова на снимках основывается на использовании прямых и косвенных признаков и включает: анализ снимков для выявления участков, фотонизображение которых обусловлено интегральной яркостью почвенного покрова или сочетанием почв и растительности;

изучение сущности содержания контуров на основании использования косвенных дешифровочных признаков.

По рисунку изображения выделяются на снимках контуры комплексов или сочетаний почв, имеющие четко выраженные границы (сочетания гидроморфных почв с различным засолением или сочетания почв, различно эродированных, и др.). Интерпретация зональных типов почв, их сочетаний и комплексов

осуществляется по косвенным признакам. Выявленные взаимосвязи почвенного покрова с фотофизиономическими компонентами ландшафта и закономерности распределения самих почв и почвообразующих факторов позволяет раскрыть генетическую сущность почвенного покрова и его структуру. Использование косвенных дешифровочных признаков позволяет выделять почвенный покров в пределах ландшафтных единиц включительно до разновидностей.

По прямым признакам возможно выделение отдельных характеристик (свойств) почвенного покрова: его механический состав, засоление, режим увлажнения и др. Особенно четко дешифрируются почвы с экстремальными свойствами: очень легкого механического состава (пески), очень сильного засоления (солончаки), очень сильно переувлажненные, гидроморфные (луговые, болотные и заболачивающиеся).

Для определения современной растительности на снимках используется комплекс прямых и косвенных дешифровочных признаков, роль которых различна и изменяется в зависимости от физико-географической зоны и масштаба используемых фотоматериалов. Древесная растительность распознается на снимках часто по прямым признакам; кустарниково-травянистая — почти исключительно по косвенным.

В лесной зоне разделение участков, занятых древесной растительностью, и незалесенных территорий проводится по тону и структуре фотоизображения. Более детальное разделение древесной растительности, в частности выделение доминирующих видов лесообразующих пород, наиболее целесообразно осуществлять с привлечением спектрозональных снимков или составных цветных изображений многозональной съемки. На этих материалах достаточно достоверно выделяются леса с доминированием хвойных, широколиственных или мелколиственных пород, а также смешанные леса с различным соотношением хвойных и лиственных пород.

По прямым дешифровочным признакам четко вырисовываются растительные сообщества, образованные фреатофитами и гидрофитами, т. е. растительность гидрогенных ПТК. Для достоверного разделения зарослей гидрофитов и открытой водной поверхности целесообразно использовать снимки, полученные в ближней инфракрасной зоне спектра (0,7—0,86 мкм), на которых открытая водная поверхность имеет наиболее темный фон.

Для интерпретации типов леса и особенно экологически обусловленных сочетаний древесной и кустарниковой растительности необходимо использовать косвенные признаки, т. е. ландшафтно-индикационный метод дешифрирования.

При изучении растительности следует иметь в виду, что на снимках, как правило, выделяются определенные эколого-топологические сочетания и комплексы растительных сообществ,

ранг которых определяется масштабом используемых материалов.

Специфичность болотных образований тесно связана с ландшафтной структурой территории. При составлении ландшафтной карты в процессе дешифрирования космических снимков используются те свойства болот, которые хорошо определяются по прямым дешифровочным признакам. К ним, в первую очередь, относятся конфигурация болот или их систем, степень слитности или изолированности мезоландшафтов болотных систем, закономерности распределения болот и заболоченных земель по территории. В отдельных случаях на равнинных территориях лесной зоны, где болота имеют значительное распространение и большую контурность в сочетании с ландшафтным окружением, можно выделять основные типы болот. Среди верховых систем можно различить группы комплексов озерково-мочажинного, грядово-мочажинного, а также участки открытых и залесенных массивов. Между размерами и формой болот и стадиями их развития существует вполне определенная связь, что позволяет их устанавливать по снимкам.

По прямым признакам возможно также установить характер состояния и использования болот в настоящее время. Эта особенность важна для территории интенсивного сельскохозяйственного и промышленного освоения.

При изучении по космическим снимкам состояния пустынных песчаных пастбищ — песчаных массивов — было установлено, что структуру фотоизображения определяет тип рельефа песчаных образований, а тоновые изменения свидетельствуют о степени закреплённости их растительностью. Закономерные сочетания форм рельефа и растительности создают на снимках фоторисунки, присущие определенному типу песчаного массива и его состоянию. Участки, на которых растительность отсутствует и процессы дефляции получили интенсивное развитие, являются на интегральных черно-белых снимках по очень светлым полосам или пятнам различной формы. Сомкнутый растительный покров не дает возможности развиваться процессам дефляции, поэтому песчаные пастбища имеют более темные оттенки серого тона, интенсивность которого может отражать степень закреплённости песков. Правда, следует помнить, что тоновые изменения фотоизображения требуют строгого анализа, так как потемнение в ряде случаев может быть вызвано другими причинами (выходом коренных пород или интенсивным развитием пустынного мха).

Наиболее легко на космических снимках по очень светлomu тону и рисунку распознаются массивы барханных и обарханенных (нередко антропогенно нарушенных) песков, лишенных растительности. Хотя они малоценны как пастбища, но могут быть индикаторами пресных подземных вод подпесчаных линз, если вдоль окраин барханных массивов отмечаются участки,

отчетливо различаемые на интегральных черно-белых космических снимках по темно-серому фототону. Так выглядят заросли фреатофитов (например черного саксаула, тамарисков) в местах выклинивания пресных вод подпесчаных линз, обусловивших наиболее благоприятные условия для их развития.

Тщательный анализ снимков помогает проследить распространение и направленность движения антропогенно нарушенных песков вокруг оазисов, колодцев, водотоков, оценить состояние песчаных пастбищ.

Изучение грунтовых вод по космическим снимкам осуществляется исключительно ландшафтно-индикационным методом, т. е. основано на использовании только косвенных дешифровочных признаков. Прямые дешифровочные признаки открытых водных поверхностей, гидроморфных почв и сообществ фреатофитов позволяют распознавать различные виды водопоявлений — выходы грунтовых вод в виде источников, мочажин и т. д. Изучение закономерностей расположения таких участков, сопряженное с полным морфоструктурно-ландшафтным анализом изучаемой территории, позволяет не только отдешифрировать на снимках участки с неглубоко залегающими грунтовыми водами, но и охарактеризовать гидрогеологические условия на всей территории. При изучении современного состояния грунтовых вод важным является распознавание по космическим фотоматериалам источников возможного загрязнения подземных вод.

После завершения ландшафтного дешифрирования снимков уже с учетом составленного предварительного макета ландшафтной (ландшафтно-индикационной) карты нами проводился второй этап дешифрирования, направленный на выяснение антропогенного воздействия на природную среду для составления макетов карт использования земель и антропогенных ландшафтов.

При дешифрировании космических фотоснимков для составления схемы современного состояния природной среды в каждом ландшафтном регионе распознавались участки различного хозяйственного использования. При этом в первую очередь выделялись основные хозяйственные угодья (лесные, пастбищные, земледельческие), населенные пункты и промышленные комплексы, т. е. составлялась схема использования земель. Затем для каждого участка ранжировались либо степень нарушенности (для естественных хозяйственных угодий — лесов, пастбищ и т. д.), либо степень окультуренности или измененности ПТК при использовании природных ресурсов.

Определение современного использования земель осуществлялось по прямым дешифровочным признакам, образующим как бы наложенные рисунки на фотоизображения природных комплексов.

Таблица 28

## Дешифровочные признаки некоторых сельскохозяйственных угодий

Объект	Дешифровочные признаки
Сады, огороды, приусадебные участки в населенных пунктах	Имеют четко структурный рисунок за счет древесных пород и застройки улиц; обычно соединены друг с другом светлыми ниточками дорог
Староорошаемые земли, преимущественно с культурой хлопка	Беспорядочно расположены квадратики полей, от светло-серого до почти черного тона (очевидно, многолетние травы); на осенних снимках — характерная белая точечность; прослеживаются темные линии каналов и коллекторной сети, по периферии обычно сточные озера
Новоорошаемые земли, часто бахчи	Расположение полей строго прямолинейно, часто можно наблюдать на полях выцветы солей (белый фототон с неясным рисунком)
Орошаемые рисовые поля	Часто квадратики полей риса строго приурочены к поймам и низким террасам. Поля разбиты на чеки, на позднелетних снимках обычно белые следы солей
Поля богарного земледелия	Четкие квадраты полей, обычно большего размера, чем при орошаемом земледелии, разделены белыми линиями дорог

При установлении антропогенно измененных и антропогенных ПТК использовался весь комплекс прямых и косвенных признаков, т. е. ландшафтно-индикационный метод дешифрирования.

Наиболее часто антропогенные изменения природно-территориальных комплексов, обусловленные целенаправленным использованием природных ресурсов, имеют на космических фотоматериалах четкие границы контуров и правильные геометрические формы (табл. 28). Это особенно типично для земель, используемых в земледелии, сенокосных участков, лесосек и населенных пунктов. Причем фототон этих образований может очень сильно варьировать, но, как правило, резко отличается от окружающего фона, подчеркивая геометрическую правильность контуров.

Качественная оценка современного состояния угодий проводилась на основе выявления особых рисунков фотоизображения или аномальных отклонений в фототоне. Так, в ряде случаев при слабых изменениях природно-территориальных комплексов, обусловленных либо экстенсивными формами ведения хозяйства, либо побочным эффектом антропогенных воздействий на другой участок, антропогенные изменения природно-территориальных комплексов определялись на снимках по изменению фо-

тотона (осветлению или, наоборот, резкому потемнению) при сохранении в целом структуры фотоизображения. Это зависело от того, какие факторы вызвали изменения физиономического компонента и в первую очередь — растительности, так как фототон этих участков определялся доминированием в растительном покрове тех или иных экологических групп растений, имеющих различные отражательные способности. Например, пастбищная дегрессия растительности в пустынях, приводящая к упрощению и обеднению ценоза и доминированию эфсмеров, т. е. кратковегетирующих мезофитов, распознавалась по осветленному фототону. Пастбищная дегрессия на лугах в гумидных областях, часто приводящая к закустаренности пастбищ, т. е. доминированию мезоксерофитных или фреатофитных кустарников, выявлялась по потемнению фототона изображения. Распространение фреатофитов и гидрофитов, обусловленное изменением водного режима участков, например подтоплением земель, определялось по появлению очень темных рисунков фототона.

Локальные техногенные изменения нескольких компонентов ландшафта, особенно почвенно-растительного покрова и рельефа одовременно, распознавались на снимках, как правило, по прямым дешифровочным признакам. Такие участки имели обычно более светлый тон фотоизображения и аномальный рисунок, резко отличающийся от фонового (ландшафтного) изображения.

Для установления локальных антропогенных изменений ПТК или их нарушений, имеющих случайный или диффузный характер распределения по площади, как показывает наш опыт, применимы все виды аэрокосмофотоснимков, за исключением сверхмелкомасштабных.

В то же время изучение и достоверное картографирование обширных территорий, подвергшихся антропогенному воздействию, т. е. тех, где антропогенные процессы имеют эквипотенциальный характер, наиболее эффективно только по космофотоснимкам. Это объясняется тем, что на космических фотоснимках можно проследить границы участков с развитием опустыненности на обширной площади и ненарушенными территориями. Такие примеры приводятся в работах ряда исследователей [5, 48].

В большинстве этих примеров рассматриваются пограничные области двух государств, где соприкасаются территории с различно используемыми и различно нарушенными природно-территориальными комплексами одного и того же ландшафта. Так, Б. В. Виноградов [6] рассматривает пограничную зону Советского Союза и Ирана и отмечает различную степень нарушения там растительного покрова пустынных пастбищ. На территории с более нарушенным растительным покровом интегральный фототон имеет более светлый оттенок.

Следует особо подчеркнуть, что на мелкомасштабных космических фотоснимках это различие выявляется более определенно, тогда как при увеличении изображения, как правило, наблюдается широкая гамма постепенных переходов фототона, что не дает возможности четко выделить нарушенные и ненарушенные территории.

Следовательно, для выявления локальных антропогенных изменений или нарушений, имеющих диффузный характер распределения по площади, лучше применять увеличенные космические фотоматериалы. Изучение и достоверное картографирование ПТК обширных территорий, подвергшихся антропогенному воздействию, т. е. установление современного состояния не только отдельных компонентов, но и природно-территориальных комплексов в целом, целесообразно осуществлять по космическим снимкам мелких масштабов, на которых происходит оптическая генерализация изображений.

При естественных границах нарушенного участка, т. е. не имеющего четкой геометрической формы, для определения антропогенного характера изменений важным был анализ сопряженности контуров (анализ соседства). Под этим понимается интерпретация рисунков фотоизображения, прилегающих к изучаемому участку, и выявление там объектов, которые могли бы указывать на возможность и направленность антропогенного воздействия. Такими объектами в первую очередь могут быть различные технические сооружения (плотины и другие гидротехнические сооружения, промышленные комплексы, дороги, каналы, трубопроводы и т. п.), которые имеют прямые дешифровочные признаки. Эти объекты либо непосредственно, как, например, техногенные пустоши и терриконы, либо косвенно могут указывать на антропогенное воздействие и характер современного состояния изучаемого участка.

Однако не все нарушения окружающей среды могут быть дешифрированы на космических фотоснимках, полученных в видимой зоне электромагнитного спектра, а также далеко не для всех изменений среды может быть достоверно установлена его антропогенная природа. Так, по этим фотоматериалам трудно установить степень загрязнения среды вредными отходами производства. Если, например, задымленность атмосферы устанавливается визуально достаточно просто, то состав таких дымов, т. е. характер загрязнения, может быть установлен, очевидно, только с использованием других методов дистанционного зондирования окружающей среды.

Таким образом, при дешифрировании космических фотоснимков для составления карт современного состояния окружающей среды нами проводилось последовательно, во-первых, ландшафтно-индикационное дешифрирование, направленное на выявление основных природных закономерностей исследуемой территории, на выявление природно-территориальных комплек-



сов и их пространственной взаимосвязи с литолого-генетической основой и друг с другом; во-вторых, выявление антропогенной изменчивости ПТК и отдельных компонентов ландшафта, направленное на установление характера, степени и вида нарушения (изменения). В первом случае были получены представления о природном (экологическом) потенциале, во втором — о современном состоянии и антропогенной изменчивости ПТК.

Для составления карт природоохранной тематики большое значение имело изучение природных и антропогенных процессов, их стадий и динамики.

При дешифрировании космических материалов для изучения природных и антропогенных процессов наибольшее значение имеют не те или иные отдельные индикаторы (и их дешифровочные признаки), а их закономерные сочетания — ландшафтно-генетические ряды.

Под ландшафтно-генетическими рядами понимаются пространственные ряды природно-территориальных комплексов одного таксономического ранга или пространственный ряд сочетаний определенных физиономичных компонентов ландшафта, отражающих их вероятностную смену во времени и генетически связанных. Дешифровочные признаки всего ряда в целом служат критерием дешифрирования.

Следует отметить, что разномасштабные материалы космической фотосъемки дают возможность судить о стадиях развития природных или антропогенных процессов с разной степенью детальности и достоверности. В целом детальность опознавания особенно начальных стадий процессов значительно снижается по мере уменьшения масштаба снимков.

Наиболее достоверное дешифрирование участков, подверженных природным и антропогенным процессам, было осуществлено по материалам повторных космических съемок, которые позволили объективно выявить изменения, произошедшие за период между съемками, а следовательно, точнее определить факторы, вызвавшие эти изменения.

В целом дешифрирование космических снимков для изучения природных и антропогенных процессов по ландшафтно-генетическим рядам основывалось на анализе структуры и текстуры изображения и их изменений за определенный промежуток времени. Интерпретация произошедших изменений была возможна только при знании основных ландшафтных закономерностей и факторов, обуславливающих развитие тех или иных процессов.

Наиболее достоверно по космическим снимкам были дешифрированы экзогенные (природные или стимулированные хозяйственной деятельностью) процессы, связанные, например, с изменением не только почвенно-растительного покрова, но и приведшие к образованию новых форм рельефа или к формированию ярко контрастных образований, таких, как солончаки,

отражающиеся в фотофизиономичных компонентах ландшафта и распознаваемые по прямым признакам.

Для составления комплексных карт охраны природы по космическим снимкам определялись участки, мало измененные антропогенным фактором, как нуждающиеся в природоохранном режиме (уникальные ПТК, области формирования пресных вод в пустынях, области, регулирующие гидрологический режим в гумидных условиях, и т. п.), так и с проведенными определенными мероприятиями (полезащитные лесополосы, лесопосадки, фитомелиорация и др.).

Такие объекты выявлялись по прямым и косвенным дешифровочным признакам. В частности, участки наименее нарушенные распознавались по отсутствию вторичных «наложенных» рисунков фотонизображения, присущих объектам антропогенного происхождения, уже при предварительном ландшафтном дешифрировании. Участки с налаженными природоохранными мероприятиями, нашедшими отражение в фотофизиономичных компонентах (например в растительном покрове), распознавались по расположению, так как обычно они находились в пределах угодий сельскохозяйственного использования или населенных пунктах, и, как правило, по строго геометрической форме элементов рисунка фотонизображения.

Достоверность ландшафтно-индикационного метода дешифрирования космических фотоснимков для создания серий карт,

Таблица 29

Использование первично преобразованной исходной информации

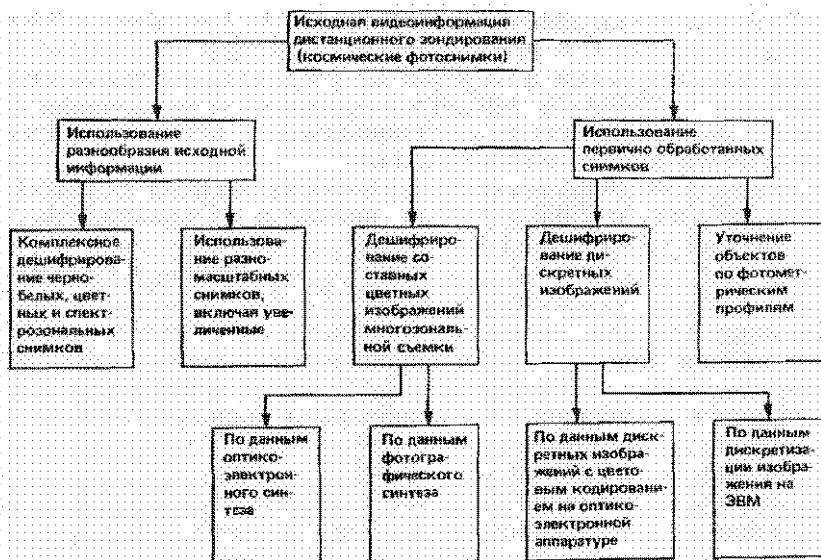


Таблица 30

Усовершенствование методов дешифрирования и составления природоохранных карт путем уточнения и типизации индикаторов



направленных на обеспечение мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов, может быть повышена различными путями. Так, во-первых, исследования по возможно более полным и достоверным сведениям об изучаемом объекте, использование различных материалов космической съемки и ее первичной обработки; во-вторых, усовершенствование используемых индикаторов, особенно динамики природных и антропогенных процессов, а также типизация и систематизация индикаторов и их дешифровочных признаков.

Конечная цель разработок при составлении карт природных условий, их современного состояния и охраны окружающей среды — максимальное приближение к автоматизированной обработке космических фотоматериалов. Эти исследования могут основываться на современных достижениях в получении разнообразной фотонформации из космоса (интегральных черно-белых, цветных, спектрзональных и многозональных снимков) и ее наземной обработки.

Эта проблема, хотя бы частично, может быть решена только при комплексных исследованиях, направленных на разработку и унификацию картографических документов и методов автоматизированного распознавания отдельных компонентов ландшафта и их нарушенности на основании использования аналоговых систем и ЭВМ.

Усовершенствование методов дешифрирования космических фотоснимков в результате использования разнообразной исходной информации нами было осуществлено путем: 1) комплекс-

ного дешифрирования черно-белых, цветных, спектрональных материалов; 2) использования разномасштабных снимков (включая увеличенные отпечатки); 3) использования материалов многозональной съемки; 4) дешифрирования преобразованных на оптико-электронной аппаратуре и ЭВМ материалов (табл. 29).

Усовершенствование методов интерпретации космической фотоинформации, направленное на уточнение дешифровочных признаков изучаемых объектов, систематизацию показателей, отражаемых на картах, осуществлялось при изучении объектов картографирования, которые следует распознавать на космических снимках (табл. 30).

Оба направления были частично реализованы при проведении экспериментальных работ и при составлении серий тематических карт для обеспечения мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов ряда регионов (см. IV.2 и IV.3).

#### **IV.2. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ**

При разработке методики составления серии тематических карт для обеспечения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды на основе материалов космических фотосъемок большое внимание уделялось выбору наиболее информативных фотоматериалов. В связи с этим на опытных участках, для которых составлялись экспериментальные серии карт природоохранной тематики, было проведено дешифрирование различных материалов космической съемки, а затем были проанализированы и систематизированы результаты.

При использовании космической фотоинформации для составления карт современного состояния окружающей среды ландшафтно-индикационным методом важное значение имеет наиболее достоверная интерпретация рисунков фотонизображения при камеральном дешифрировании. Достоверность предварительного камерального дешифрирования сокращает объем полевых контрольных исследований, а следовательно, повышает эффективность дистанционных методов.

Для выполнения экспериментальных работ были использованы черно-белые аэрофотоснимки, аэрофотосхемы, космические снимки с ДОС «Салют-4» масштаба 1:2 500 000 и 1:4 200 000 (увеличенные в 4—5 раз) и составленные по этим снимкам черно-белые космические фотосхемы, черно-белые космические снимки, полученные в трех зонах электромагнитного спектра (0,5—0,6; 0,6—0,7; 0,7—0,86 мкм), а также цветокодированные составные изображения, полученные на многозональ-

ной оптико-электронной телевизионной системе анализа изображений (рис. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)\*.

Экспериментальные схемы дешифрирования проверялись во время специальных полевых наблюдений. Для участков, дешифрирование космических снимков которых проводилось только камерально, этап полевых наблюдений был замещен дополнительным изучением литературных, картографических материалов и наземных фотографических съемок.

Камеральные работы по анализу возможностей усовершенствования методов дешифрирования проводились по следующему плану:

1) выбор участка и формулирование конкретной задачи и схемы эксперимента;

2) изучение природных условий участка (в том числе изучение фотофизиономических компонентов, внутри- и межландшафтных взаимосвязей) по литературным, картографическим и фоновым материалам, а также по материалам полевых исследований;

3) ландшафтно-индикационное дешифрирование интегральных черно-белых космических фотоснимков и составление макетов тематических карт на фотосхемах;

4) анализ разных видов фотоинформации и преобразованных изображений (примененные приемы обработки информации приведены в разделе IV.3);

5) оформление результатов эксперимента.

Необходимо отметить, что при проведении конкретных экспериментов эта стандартная схема иногда изменялась в зависимости от региона, что нашло отражение в описании результатов работ по каждому участку.

Экспериментально были проанализированы результаты дешифрирования разномасштабных космических снимков для изучения рельефа, четвертичных отложений, ландшафтов; проведено сравнение дешифрируемости отдельных объектов и компонентов ландшафта на снимках, полученных в разных спектральных диапазонах, а также сравнение результатов дешифрирования разных вариантов составных цветокодированных изображений, полученных путем синтеза материалов многозональной съемки. Экспериментальные участки были выбраны согласно предварительному природно-хозяйственному районированию территории СССР, но с учетом обеспеченности материалами космических съемок. Народнохозяйственное использование участка определяло конкретную задачу эксперимента, т. е. круг объектов, выделяемых для составления карт использования и современного состояния земель; физико-географическое

---

\* Рис. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, представляющие примеры составных изображений космических снимков, а рис. 24, 29, 30, 31, 32, 33 — примеры дискретных цветокодированных изображений, см. в конце книги.

положение участка определяло характер физиономических компонентов ландшафта и их индикационное значение, что необходимо для проведения полного ландшафтно-индикационного дешифрирования снимков.

Для изучения возможности геоморфологического и ландшафтного картографирования на основе дешифрирования разномасштабных космических снимков были проанализированы мелкомасштабные снимки и увеличенные отпечатки для массива Кызылджар (дельта Амударьи) и сора Барсакельмес (Устюрт), оба участка расположены в пустынной зоне в пределах Каракалпакской АССР.

Дешифрирование останцового массива Кызылджар по снимкам масштаба 1:2 500 000 показало, как четко определяются границы массива, даже в этом масштабе видно, что он прорезан древней долиной. Хорошо опознаются залитые водой междурусловые понижения поймы Амударьи, а также крупные русла основных водотоков Амударьи, Акдарьи и др. Кроме того, в некоторых случаях достаточно уверенно прослеживаются русла древних протоков Амударьи и дельты прорыва. Последние на снимках этого масштаба сливаются в единые шлейфы, опоясывающие главные русла. При увеличении космического снимка до масштаба 1:1 000 000 начинают уверенно опознаваться не только все главные русла, но и серия второстепенных, образующих, как правило, крупные дельты прорыва. При этом детальность дешифрирования увеличивается по сравнению со снимками масштаба 1:2 500 000 за счет распознавания отдельных опорных и новых дельт прорыва, а также за счет распознавания всех междурусловых понижений, как залитых водой, так и периодически затопляемых, но осушенных к моменту съемки.

На увеличенных отпечатках отчетливо выделяется вся гидрографическая сеть, распознаются прирусловые валы вдоль крупнейших водотоков, а у Амударьи и Акдарьи — косы и острова, междурусловые понижения, серии разных по величине дельт прорыва. В пределах массива Кызылджар в отличие от снимков более мелких масштабов отдешифрированы участки с эоловыми формами рельефа и выходы коренных меловых песчаников. Хорошо прослеживаются простирающиеся песчаные гряды и другие элементы рельефа песков.

Сравнительный анализ разномасштабных космических фотоматериалов на район сора Барсакельмес показывает, что независимо от масштаба съемки отчетливо прослеживаются наиболее крупные формы, тогда как детальность изображения мелких объектов естественно значительно увеличивается при увеличении масштаба отпечатков. В частности, выходы коренных пород достоверно распознаются по более светлому фототону на всех снимках, но на увеличенном выявляются также и детали рельефа; сухие русла и ложбины, изрезанные борта

котловины; отчетливо прослеживается темная полоса, соответствующая переувлажненной части сульфатно-хлоридного солончака и оконтуривающая собственно залежь галита в центре впадины. Однако если по мелкомасштабному снимку можно обособить эти образования только в общих чертах, то по увеличенному возможно детальнее отрисовать структуры ПТК и формы рельефа. То же можно сказать и о центральной части солончака, т. е. о месторождении галита. На рис. 17, 18 представлены для сравнения схемы ландшафтного дешифрирования разномасштабных снимков этого участка.

Сравнительный анализ дешифровочных признаков геологических объектов, их оценка и выбор наиболее надежных из них были проведены на примере изучения генетических типов четвертичных отложений при дешифрировании интегральных черно-белых снимков района Тувы. Этот экспериментальный участок расположен в пределах Тувинской АССР в системе хребтов Западного Саяна и занимает горные хребты (с абсолютными высотами 1700—1800 м), предгорья и частично Центрально-Тувинскую котловину (с абсолютными высотами до 700—800 м). Это создает большое разнообразие ландшафтов, начиная от сухостепных и степных до горно-тасжных и горно-тундровых. В хозяйственном отношении территория освоена слабо. Результаты сравнительного анализа схем дешифрирования, сделанных в соответствии с поставленной задачей, представлены в табл. 31. Как видно из табл. 31, наиболее надежным дешифровочным признаком генетических типов четвертичных отложений является структура фотоизображения ландшафтных контуров. Иногда имеет значение и форма контура. Помогает дешифрированию и такой дополнительный признак, как рельеф, т. е. текстурные признаки фотоизображения, но они имеют вспомогательное значение, главным же остается структура фотоизображения.

Такой вывод подтверждается тем, что на увеличенных снимках, где структура видна достаточно отчетливо, генетические типы отложений дешифрируются уверенно. В то же время на мелкомасштабных снимках, где структура фотоизображения, обусловленная генезисом отложений, различается плохо, генетические типы отложений дешифрируются недостоверно или вообще не дешифрируются. Из этого следует, что для горных районов мелкомасштабные снимки оказываются мало информативными при обособлении генетических типов четвертичных отложений в требуемой масштабной детальности и мало пригодны для этих целей при составлении карт соответствующего масштаба.

Проведенный анализ генерализации дешифровочных признаков четвертичных отложений и учет дешифрируемости их на разномасштабных космических фотоснимках дали возможность составить детальную схему дешифрирования (рис. 19).

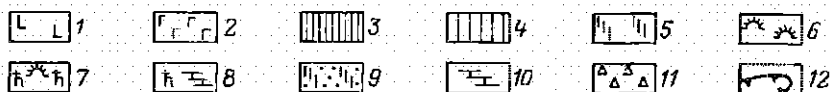
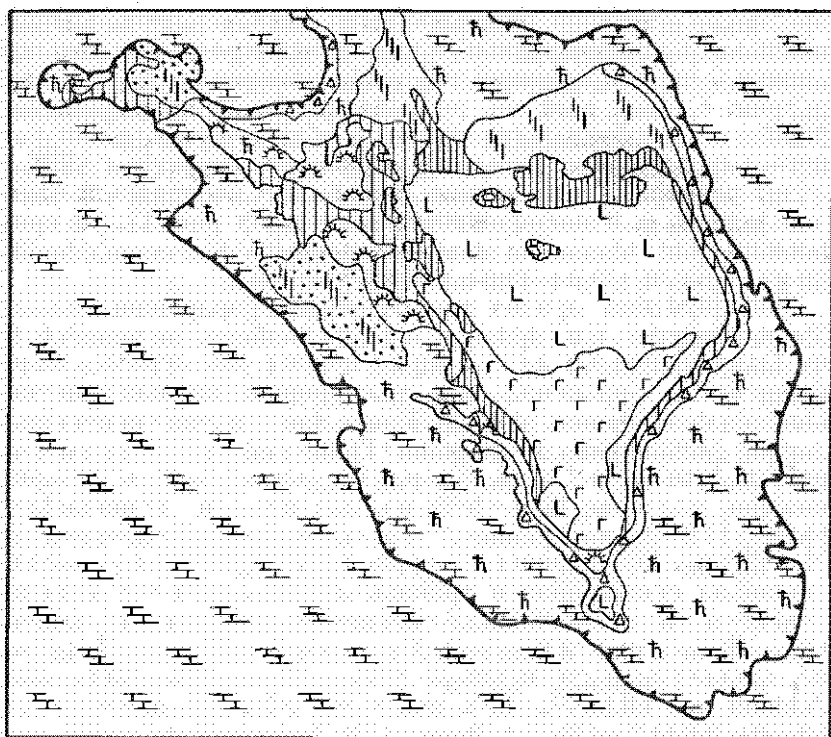


Рис. 17. ПТК бессточной впадины Барсакельмес, Устюрт. Схема дешифрирования космического снимка, увеличенного в 2 раза. Составлена Е. А. Восточковой

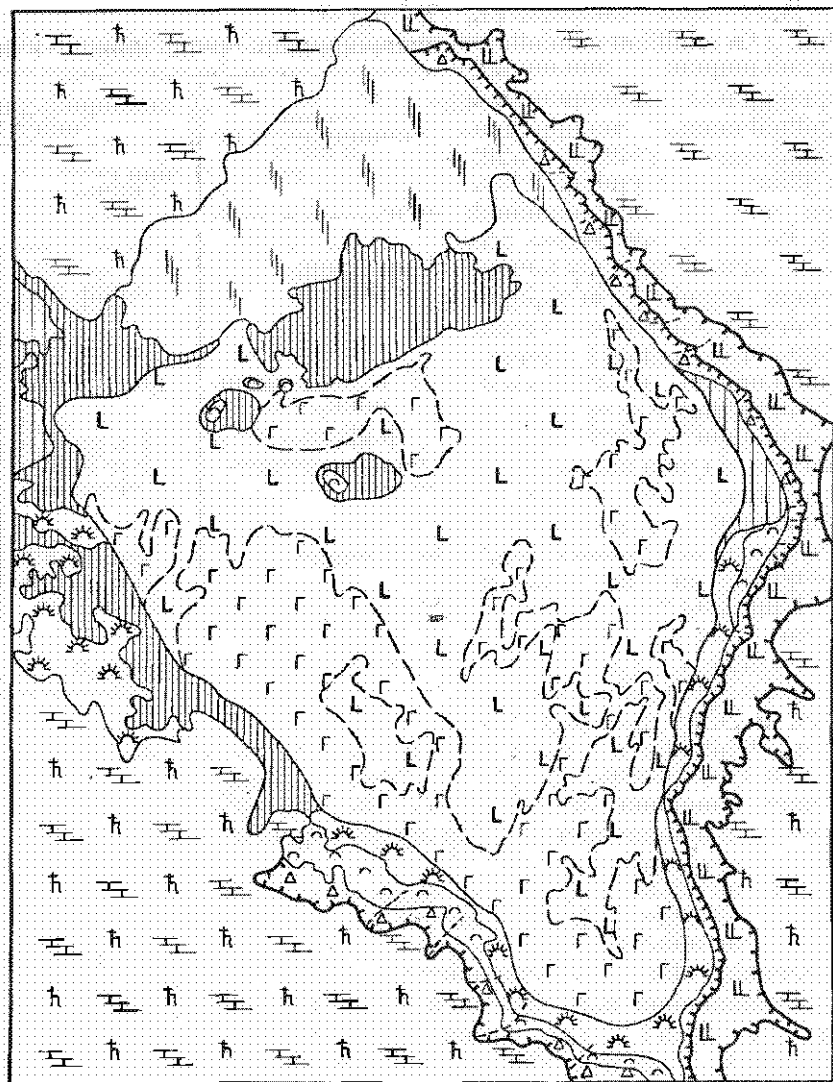
1—4 — солончак, лишенный растительности: 1 — хлоридный, бронированный мощной коркой солей, 2 — хлоридный, мокрый, 3 — хлоридно-сульфатный, 4 — сульфатно-хлоридный, мокрый (иногда с единичным сарсазаном); 5—11 — ПТК с галофитными сообществами и комплексами: 5 — комплекс мокрых солончаков с каймой сарсазана или поташника и такыровидных участков с разреженным биоргунином, 6 — бугристый сарсазан с участием поташника и карабирока, 7 — комплекс черпасахсауляника и бугристого сарсазана с участием тамариска, 8 — комплекс полынно-биоргуновых сообществ с участием единичного черного саксаула, 9 — комплекс джузгуново-саксауловых группировок на песках и бугристого сарсазана по понижениям, 10 — комплекс полынно-биоргуново-боялычевых сообществ (на плато), 11 — группировки хасмофитных кустарников (вьюнок, курчаек и др.) по щебнистым шлейфам и уступам; 12 — внешняя граница впадины и тяготеющей к ней территории



Рис. 18. ПТК бессточной впадины Барсакельмес, Устюрт. Схема дешифрирования космического снимка, увеличенного в 4 раза. Составлена Е. А. Восточковой

1—4 — солончак, лишенный растительности: 1 — хлоридный, бронированный мощной коркой солей, 2 — хлоридный, мокрый, 3 — хлоридно-сульфатный густой и мокрый, 4 — сульфатно-хлоридный, мокрый (иногда с единичным сарсазаном); 5—11 — ПТК с галофитными сообществами и комплексами: 5 — комплекс мокрых солончаков с каймой сарсазана или поташника и такыровидных участков с разреженным





бигоргунином, 6 — бутристый сарсазанник с участием поташника и карабарака, 7 — комплекс бутристого сарсазанника с участием тамарика, реамрином, черного саксаула и карабарака с участием поташника, 8 — гампринок хасмофитных кустарников (ивынок, куртавка и др.) на щебнистых плесфах и уступах; 9 — комплекс полигно-бигоргуновых сообществ и бигоргуников с участием хасмофитов, 10 — комплекс полигно-бигоргуновых сообществ с участием черного саксаула, 11 — комплекс полигно-бигоргуново-белятских сообществ на плато; 12 — обрывы, уступы, сухие русла

Этот опыт показывает, что для составления карт четвертичных отложений, отвечающих современным требованиям, необходимо использовать снимки более крупных масштабов, чем масштаб составляемой карты. В то же время общая оценка территории возможна только по мелкомасштабным снимкам. Таким образом, основной вывод проведенного исследования заключается в том, что для составления тематических карт научно-справочного содержания необходимо сопряженное дешифрирование разномасштабных космических фотоматериалов.

При обработке генетических типов четвертичных отложений с помощью оптико-электронной аппаратуры и ЭВМ основным дешифровочным признаком должна быть структура фотоизображения. Это, с одной стороны, потребует формального подхода к классификации типов структур фотоизображения, а с другой — разработки метода графического анализа изображений и распознавания образов.

Анализ разномасштабных космических снимков для ландшафтного картографирования тундровой зоны выполнен по результатам дешифрирования участка, расположенного в Магаданской области. Участок занимает часть Анадырско-Пенжинской низменности и Чукотской горной области. Территория имеет сложный рельеф, характеризующийся сильной расчлененностью. Наряду с разновысотными горными хребтами и отдельными массивами, здесь находятся широкие долины рек — Анадыри с притоками, Канчалана, Амгуэмы. Весь участок, расположенный в тундровой зоне, характеризуется большим разнообразием почвенно-растительного покрова. В хозяйственном отношении территория представляет собой оленьи пастбища.

Для работы использовались интегральные черно-белые и спектральнозональные фотоснимки и разномасштабные космические фотоснимки.

Предварительный анализ показал, что спектральнозональный снимок, несмотря на то, что он имеет условную окраску фото-

Таблица 31

Дешифрируемость четвертичных отложе

Название генетических типов (подтипов) отложений	Ландшафтные дешифрируемые снимки *	
	Орфографическая приуроченность	
Аллювиальные:		
а) пойм рек	Долины рек	
б) высоких надпойменных террас	Долины рек	
Проллювиальные и аллювиально-пролювиальные	Подножье сильно расчлененных гор	
Делювиальные	Подножье слабо расчлененных гор	

\* В числителе — для снимков малого ма

Ифровочные признаки генетических типов отложений на космических		Оценка дешифрируемости по 5-балльной системе
Структура рисунка	Форма контура	
Плохо выраженная сегментно-ветвистая, пещнопятнистая и гомогенная	Вытянутая	3
Сегментно-ветвистая	Вытянутая	4
Неяснопятнистые и гомогенные	Вытянутые	2
Неяснопятнистые и гомогенные	Вытянутые	3
Плохо выраженная радиально-ветвистая или гомогенная	Веерообразная и неопределенная	3
Радиально-ветвистая	Веерообразная и неопределенная	4
Неяснопятнистые и гомогенные	Неопределенные	2
Неяснопятнистые и гомогенные	Неопределенные	3

сштаба; в знаменателе — для увеличенных отпечатков.

изображения, наиболее полно отражает морфологическую структуру ПТК. Границы природных территориальных комплексов на этих снимках более четкие, резкие. Тундровые ландшафты передаются на них гаммой цветов, что повышает достоверность их дешифрирования.

Сравнительный анализ результатов дешифрирования разномасштабных космических снимков с целью изучения генерализации дешифровочных признаков при составлении серии карт природных условий и современного состояния окружающей среды был выполнен также на примере Солигорского и Смоленского участков Нечерноземья.

Солигорский участок, расположенный на юге Минской области, в своей северной части принадлежит Центрально-Белорусской равнине, в южной — низине Белорусского Полесья. Центральную часть участка занимает долина р. Случь с расположенным в ней Солигорским водохранилищем. Рельеф — пологоволнистый, равнинный. Естественная растительность — хвойно-широколиственные леса — почти полностью замещена культурными угодьями (сельскохозяйственными землями); многочисленные прежде болота в значительной степени осушены. Участок лежит в пределах Старобинского месторождения калийных солей.

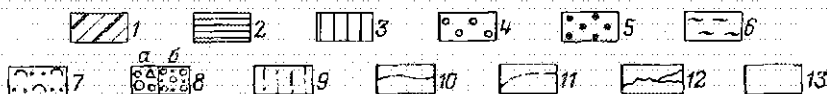
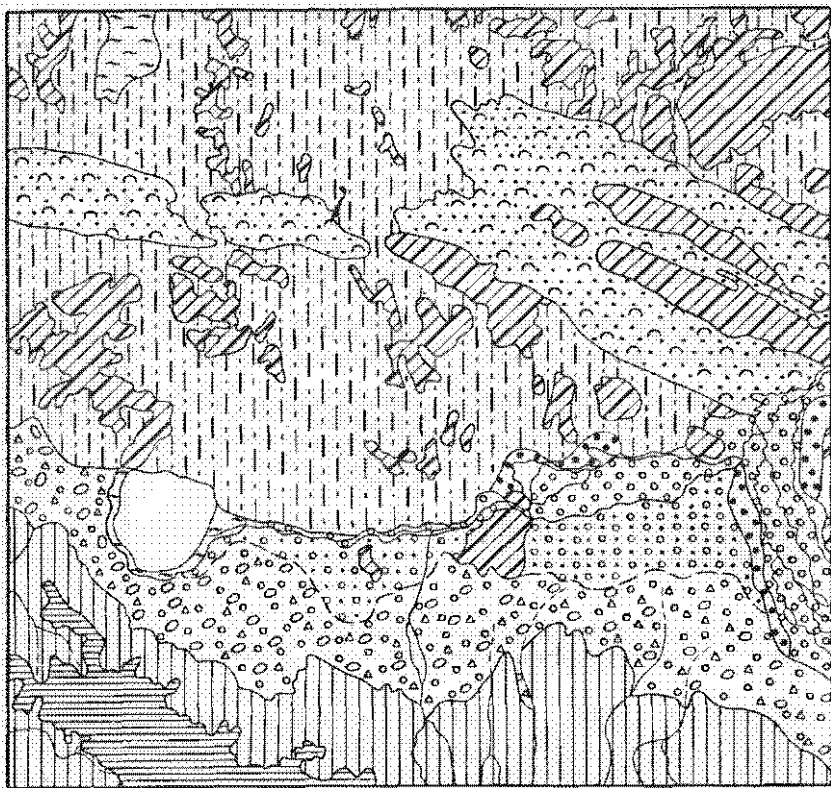


Рис. 19. Четвертичные отложения участка на юге Тувинской АССР. Детальность опознавания четвертичных отложений при дешифрировании космического снимка, увеличенного в 5 раз. Составлена С. В. Концовым

1-3 — нерасчлененные четвертичные отложения: 1 — элювиально-делювиальные (суглинки со щебнем, щебень), 2 — элювиально-солифлюкционные (пльбы, щебень с суглинком и супесчаным заполнителем); 4 — современные отложения элювиальные (галечники, перекрытые маломощными песками, суглинками и супесями); 5-7 — верхнечетвертично-современные отложения: 5 — аллювиальные (галечники, перекрытые маломощными песками, суглинками, супесями); 6 — озерные и озерно-болотные (пески, галечники, суглинки с торфом); 7 — золотые (пески мелкозернистые); 8-9 — среднечетвертичные отложения: 8 — элювиально-пролювиальные (а — галечники со щебнем и валунами, б — галечники с линзами песков, суглинков и супесей); 9 — покровные отложения (пылеватые пески, лёссовидные супеси и суглинки); 10 — границы отложений различного генезиса и возраста; 11 — границы отложений различного состава; 12 — реки; 13 — озера

Смоленский участок расположен в северо-западной части Смоленской области в пределах Западно-Двинской низменности, Слободской и Духовщинской возвышенностей (бассейн Западной Двины и Днепра). Доминирует рельеф пологохолмистых равнин, выделяются: область Валдайского оледенения — Смоленское Поозерье и Московского — Духовщинская возвышенность. Участок расположен в лесной зоне с доминированием хвойно-мелколиственных лесов и болот, многие из которых осушаются. Территория в значительной степени распахана.

В зависимости от степени генерализации фотоизображения на разномасштабных снимках выявляются объекты, которые необходимо отразить на тематических картах современного состояния окружающей среды, и их состояние. Для работы использовались космические снимки, аэрофотоснимки и фотопланы (масштабов 1 : 50 000 и 1 : 25 000).

Сравнительная информативность разномасштабных дистанционных материалов приведена в табл. 32.

Как видно для полного раскрытия содержания тематических контуров часто необходимо совместное использование космических снимков и аэрофотоснимков. Для определения степени и характера техногенного воздействия рудокомбинатов космические снимки, даже увеличенные, практически не дают необходимой информации. Для дешифрирования техногенных процессов необходимы среднемасштабные и крупномасштабные аэрофотоснимки. Рекомендации по использованию масштабного ряда фотоматериалов для составления тех или иных тематических карт современного состояния приведены в табл. 24.

Возможность повышения достоверности ландшафтного дешифрирования для составления тематических карт раскрывается при использовании материалов многозональной фотосъемки, выполненной в узких зонах электромагнитного спектра.

Многозональная фотосъемка из космоса привлекает все большее внимание ученых в связи с возможностями использования этих материалов при различных видах изучения природных ресурсов и окружающей среды. Фотографирование в относительно узких зонах электромагнитного спектра позволяет получить своеобразную информацию о природных образованиях; на снимках, выполненных в разных зонах, возможно глубже изучить не только те или иные объекты, но и природные процессы. При осуществлении экспериментов первым этапом анализа материалов многозональной съемки было сравнительное определение дешифрируемости отдельных компонентов ландшафтов и их структуры по снимкам, выполненным в разных зонах спектра.

Анализ материалов многозональной космической съемки и ее преобразования на оптико-электронном аналоговом устройстве был проведен на участке Куйбышевской области, который

Таблица 32

## Сравнительная схема информативности разномасштабных дистанционных

Карты современного состояния природной среды	Возможность распознавания	
	Оригинальные космические снимки	
1. Ландшафтная	Границы высоких таксономических единиц в ранге ландшафтов, групп урочищ, реже — урочищ. Характер хозяйственного использования. Границы районов природных и антропогенных процессов. Степень освоенности и нарушенности территории.	
2. Лесов	Границы лесных массивов и их размещение относительно друг друга и гидрографической сети. Вырубки, гарь	
3. Использование земель	Характер хозяйственного использования. Границы угодий землепользования. Селитебные территории. Земли под промышленными комплексами. Техногенные нарушения и образования	
4. Болот и заболоченных земель	Границы болот и заболоченных земель. Болота верхового и низинного типов, реже переходного типа. Частично гидрографическая система болот. Промышленные торфоразработки и осушительные системы	
5. Почвенно-мелиоративная	Границы территорий, нуждающихся в осушении, в защите от затопления и подтопления, рекультивации. Границы почвенных единиц крупных рангов. Водохозяйственные сооружения. Крупные распределительные и магистральные каналы	

объектов, необходимых для содержания карты

Увеличенные космические фотографии	Заключение
<p>Границы низинных таксономических единиц в рапке фаций. Различные виды угодий: леса, пашни, луга, болота, иногда заболоченные земли. Участки плоскостной и линейной эрозии. Техногенные нарушения. Антропогенные образования. Характер природных и антропогенных процессов</p>	<p>Космические снимки эффективно использовать для:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) составления ландшафтной карты средних масштабов;</li> <li>2) выявления площадей распространения или очагов развития антропогенных нарушений и процессов;</li> <li>3) получения характеристик природных индикаторов (рельефа, растительности и др.) состояний ландшафта, обязательное использование увеличенных космических снимков</li> </ol>
<p>Границы лесных массивов, вырубок, гарей, редколесий. Характер и степень нарушенности и восстановления лесов. Леса по породному составу (хвойные и лиственные насаждения). Классы лесоустойчивости. Состояние лесных насаждений</p>	<p>Космические снимки могут использоваться при составлении среднемасштабных карт лесов и подсчете площадей лесных массивов. Для получения кондиционных карт необходимо приращение среднемасштабных снимков и проведение контрольных полевых исследований</p>
<p>Различные виды угодий: леса, пашни, пастбища, болота всех типов, низинные и суходольные луга, сады и другие культурные насаждения. Селитебные территории, линейные сооружения. Характер техногенных образований</p>	<p>Космические снимки могут использоваться для составления среднемасштабных карт. Кондиция карты обеспечивается среднемасштабными снимками и контрольными полевыми исследованиями</p>
<p>Болота по стадиям развития (травяные, лесные, травяно-моховые, древесно-моховые, моховые). Хозяйственная деятельность на болотах. Осушенные болота и заболоченные земли и характер их использования. Зоны подтопления и заболачивания водохранилищами. Гидрографическая система болот</p>	<p>Космические снимки могут использоваться для составления среднемасштабных карт. Необходимо совместное использование среднемасштабных снимков, индикационных методов исследования и полевых наблюдений на эталонных участках</p>
<p>Границы почвенно-мелиоративных типов земель. Типы болот и стадий их развития. Современное хозяйственное использование мелиорируемых земель. Промышленные и местные торфоразработки. Нарушенные территории, требующие рекультивации</p>	<p>Космические снимки могут использоваться для инвентаризации мелиоративного фонда и планирования водно-мелиоративных работ. Служат основой для разработки технических заданий на выполнение гидромелиоративных и гидротехнических работ</p>

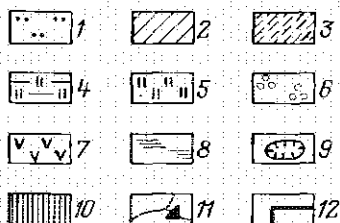
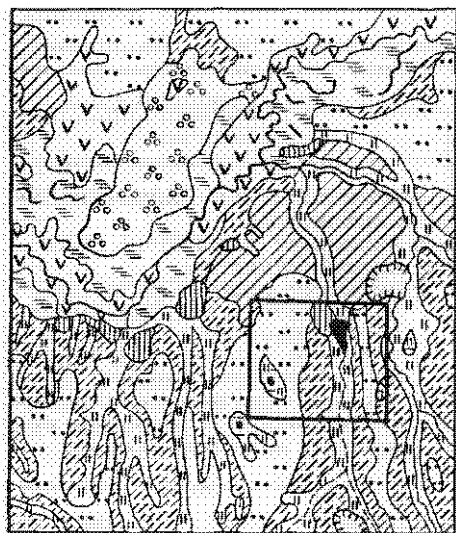


Рис. 20. Ландшафтная схема Куйбышевского Заволжья. Схема дешифрирования интегрального черно-белого снимка, увеличенного в 2 раза. Составлена Е. А. Восточковой

1—5 — ПТК пологоволнистой равнины, сильно расчлененной, тяжелосуглинистой: 1 — слабо эродированные распаханы, 2 — слабо и средние эродированные пологие склоны, полностью распаханы, 3 — сильно эродированные, более крутые склоны со струйчато-плоскостным смывом, полностью распаханы, 4 — пологие обширные понижения на плоских вершинах увалов с небольшим озером или болотом в центре, с луговой растительностью (возможно карстово-суффозионного происхождения), 5 — долины мелких рек, ручьев и балок с временными водотоками, с лугово-степной, местами разреженной растительностью; 6—8 — ПТК речных долин: 6 — первая терраса р. Самары с древесно-кустарниковой растительностью (дубрава, частично замещенная березником, осинником и кустарниковыми зарослями), многочисленные вырубki, 7 — пойма с лугово-кустарниковыми сообществами, 8 — пойма с многочисленными старицами, частично заболочена, с лугово-болотными сообществами, местами используется под сенокос; 9 — сильно нарушенные участки — антропогенный бэленд, 10 — населенные пункты и связанные с ними хозяйственные постройки; 11 — реки и водохранилища; 12 — участок, увеличенный на оптико-электронной аппаратуре (см. рис. 21 и 22)

охватывает Куйбышевское (Сыртовое) Заволжье. Эта пологоволнистая равнина сильно расчленена оврагами, балками и долинами малых рек (густота долинно-балочного расчленения составляет 1—1,2 км на 1 км<sup>2</sup>, глубина — до 30—70 м). Весь участок расположен в зоне северных степей и характеризуется почти полной заменой естественной растительности на культурную. Почвы — обыкновенные и южные черноземы. Интенсивное сельскохозяйственное использование земель и природные факторы обусловили широкое развитие эрозионных процессов.

Целью эксперимента являлась сравнительная оценка многозональных космических фотоснимков и их оптико-электронного синтеза для распознавания компонентов ландшафта, их структуры, современного состояния и использования земель. В эксперименте проводилось последовательное ландшафтное дешифрирование многозональных снимков, причем основная структура ландшафтов устанавливалась по снимку, полученному в зоне 0,6—0,7 мкм; на снимках, полученных в зоне 0,7—





Рис. 21. Использование земель пос. Ветлянка, Куйбышевское Заволжье. Схема дешифрирования составного цветокодированного изображения, увеличенного на оптико-электронной аппаратуре в 10 раз. Составлена Е. А. Востоковой

1—3 — пашни, занятые зерновыми культурами: 1 — хорошего состояния, 2 — разреженные, 3 — сильно разреженные;  
 4 — многолетние травы; 5 — огороды;  
 6—7 — залежки, пар: 6 — слабо эродированные земли, 7 — сильно эродированные земли;  
 8 — выгоны, сенокосы по луку западин и в долинах рек и ручьев; 9 — земли, подтопленные водами водохранилища, заболоченные; 10 — лесополосы; 11 — сильно эродированный участок — антропогенный бэдленд; 12 — обрывы, уступы; 13 — населенный пункт; 14 — дороги; 15 — границы угодий, находящихся в разном состоянии; 16 — река и водохранилище

0,8 мкм, уточнялись гидрографические объекты, а в зоне 0,5—0,6 мкм — морфологическое сложение некоторых ПТК.

Для детализации, необходимой на уровне отдельного хозяйства, проведено дешифрирование увеличенного фрагмента снимка, полученного в зоне 0,6—0,7 мкм, и составного цветного изображения этого же фрагмента, полученного на оптико-электронном устройстве в результате кодирования по схеме: 0,5—0,6 мкм — негатив — синий; 0,6—0,7 мкм — позитив — зеленый; 0,7—0,8 — позитив — красный.

Анализ результатов показывает, что ландшафтно-индикационное дешифрирование черно-белых снимков позволило составить достаточно полную схему ландшафтной структуры района (рис. 20). Дешифрирование составного цветного увеличенного

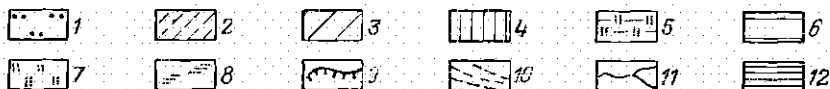
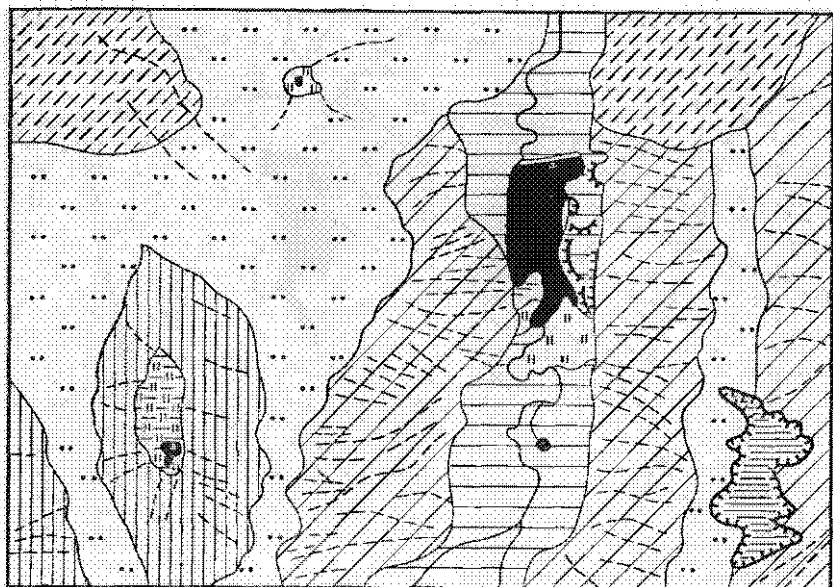


Рис. 22. Ландшафтная схема пос. Ветляк, Куйбышевское Заволжье. Схема дешифрирования космического снимка, выполненного в зоне 0,6—0,7 мкм и увеличенного на оптико-электронной аппаратуре в 10 раз. Составлена Е. А. Востоковой

1—5 — ПТК пологовозвышенной равнины: 1 — плоские слабо эродированные вершины узлов, 2 — плоские, слабо эродированные склоны (преимущественно с плоскостным смывом), полностью распахан, 3 — сильно эродированные склоны (преимущественно линейный и струйчато-плоскостной смыв), распахан, 4 — пологие средние и сильно эродированные склоны (с линейно-плоскостным смывом) обширных плоских понижений (карстово-суффозионных) с лугово-стенной растительностью, частично распахан, 5 — плоское дно понижения с озером или болотом с лугово-стенной и лугово-болотной растительностью; 6—8 — ПТК речной долины: 6 — дно и склоны долины, занятые лугово-стенной растительностью, частично распахан, 7 — слабо подтопленные земли с луговой и лугово-болотной растительностью, 8 — сильно подтопленные земли с гидрофитно-болотной растительностью; 9 — обрывы; 10 — эрозионные борозды, мелкие овраги; 11 — река и водоканализация; 12 — сильно нарушенный участок — антропогенный бедленд

изображения, полученного в результате оптико-электронного преобразования (синтеза), дало возможность четко различить вид и уровень использования земель, характер и состояние полей, наличие линейно-плоскостного смыва плодородного слоя на склонах, состав и состояние посевов; структуру лесо-кустарниковых сообществ (рис. 21). Дешифрирование фрагментов сильно увеличенных снимков позволило установить многие детали, ранее не выявленные на снимках, увеличенных до среднего масштаба. На черно-белом фрагменте снимка, выполненного в зоне 0,6—0,7 мкм, была установлена ландшафтная струк-

тура на уровне урочищ и фаций ландшафта; детально выявились мельчайшие черты эрозии почв на склонах. Все это дало возможность составить крупномасштабную схему ландшафтов (рис. 22). По цветному фрагменту снимка наиболее четко выявлялся характер использования земель; величина засеянной площади, состояние посевов, но неопределенно устанавливались подтопленные водами водохранилища участки. На материалах многозональной съемки при различном их увеличении и после предварительной обработки населенные пункты (мелкие поселки) различались с большим трудом и недостоверно, гораздо хуже, чем по интегральному черно-белому снимку того же масштаба.

Анализ возможности дешифрирования разных типов лесов и природно-территориальных комплексов в горно-таежных условиях по различным материалам космической съемки после их первичной обработки был проведен на Байкальском экспериментальном участке, который занимает центральную часть оз. Байкал и окружающих его хребтов: Приморского и Байкальского на западе, Баргузинского — на востоке и Баргузинскую котловину. Абсолютные высоты местности достигают 2000 м, благодаря чему в горах наблюдается высотная поясность (от степных и лесостепных ландшафтов в межгорной котловине до высокогорных лугов и тундр на вершинах хребтов). Наиболее широко распространены горные темнохвойные и лиственные леса. Сельское хозяйство развито только на равнинных участках Баргузинской котловины, где имеются небольшие распаханная площади.

Распознавание различных типов леса и их некоторых таксационных характеристик в труднодоступных горно-таежных условиях имеет большое народнохозяйственное значение, так как в настоящее время весьма остро стоит вопрос лесоустройства резервных лесов, до сих пор устроенных только по 5-й категории (т. е. на основе аэровизуального лесоустройства). Доминирующие породы, характеризующиеся различными оптическими яркостями, были уверенно распознаны на составных синтезированных космических изображениях, полученных в результате оптико-электронного синтеза.

Для повышения достоверности распознавания природных объектов по материалам дистанционного зондирования было проведено комплексное дешифрирование интегральных черно-белых, цветных и спектрально-зональных космических фотоснимков.

Сравнительный анализ интегральных черно-белых, спектрально-зональных и цветных космических фотоснимков показал, что ландшафтные особенности Северного Прибайкалья достаточно хорошо проявляются на всех видах космических фотоснимков. Так, например, ПТК средневысотного плоскогорья с кедрово-пихтовыми травяно-кустарничковыми лесами на горнодерновных оподзоленных почвах отчетливо дешифрируются на черно-

белых снимках, но еще более ярко они выражены на спектрально-зональных, где выделяются по цвету и четким изрезанным границам. ПТК конусов выноса с тимьяново-злаковой степью на сухостепных почвах на черно-белых снимках могут в некоторых случаях отображаться аналогично отдельным участкам болот — светло-серым тоном, а на спектрально-зональных и цветных снимках хорошо различаются по цвету.

Анализируя дешифровочные признаки некоторых природно-территориальных комплексов Прибайкалья, можно сделать вывод, что на черно-белых, цветных и спектрально-зональных снимках ПТК исследуемого района выражаются примерно одинаково. Однако следует отметить, что черно-белые снимки нередко бывают менее информативны, поскольку различные оттенки серого цвета (основной фототон черно-белых снимков) иногда затрудняют дешифрирование и часто не дают возможности правильно провести границу между комплексами. Поэтому для достижения наибольшего эффекта необходимо использовать наряду с черно-белыми цветные и спектрально-зональные разномасштабные материалы, с помощью которых можно дополнить характеристику выделяемых ландшафтов и уточнить границы между ними. Индикатором здесь обычно служит растительность, хорошо распознаваемая по цвету и тону на цветных и спектрально-зональных снимках. Черно-белые, цветные и спектрально-зональные материалы использовались также при составлении карты-схемы использования земель.

Рассмотрение результатов тематического дешифрирования разномасштабных материалов космических съемок разных видов и их предварительной обработки показало, что в настоящее время можно использовать эту информацию для решения большого круга задач, связанных с составлением серий тематических карт для обеспечения рационального использования природных ресурсов и планирования мероприятий по охране окружающей среды.

Проведенные эксперименты для участков, расположенных в различных физико-географических условиях, с различными видами хозяйственного использования, доказывают широкие возможности картографирования по материалам космических съемок для целей народного хозяйства.

#### **IV.3. ПРИМЕРЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОСЪЕМКИ**

При разработке методики составления карт природоохранной тематики были проведены экспериментальные работы по дешифрированию преобразованных на оптико-электронной аппаратуре и ЭВМ изображений, к которым, в первую очередь, относились дискретные цветокодированные изображения и состав-

ные цветокодированные изображения, полученные путем синтеза материалов многозональной и разновременной съемки из космоса.

Проведенные эксперименты позволили сформулировать общие положения дешифрирования этих материалов: перед началом работы необходимо четко определить задачу, решение которой направлено на уточнение визуально-инструментального тематического дешифрирования космических снимков; при выполнении программы работ по преобразованию космической информации, при выборе оптимальных режимов для синтеза или дискретизации изображений, а также при работе в диалоговом режиме «человеко-машинного» комплекса (на ЭВМ) обязательно должен участвовать специалист-дешифровщик, поставивший задачу; при работе с преобразованными изображениями, не снимая необходимости дешифрирования интегральных черно-белых космических снимков, одновременно пользуются обычными методами дешифрирования космических фотоснимков.

Соблюдение основных условий работы с преобразованными изображениями космической видеoinформации позволило полнее использовать оптико-электронную технику для повышения полноты и точности дешифрирования снимков.

Для полученных в результате цифровой или оптико-электронной обработки исходной космической видеoinформации преобразованных изображений определялось место в общем цикле работ по составлению серий карт природных условий, их современного состояния и охраны по материалам космических фотосъемок; выяснялось, нет ли вопросов, не решенных при дешифрировании снимков визуально-инструментальным методом и требующих дополнительных более объективных данных, уточняющих или содержащих новую информацию; подбирались оптимальный режим обработки на оптико-электронной аппаратуре и материал для обработки (выполнялось только совместно с оператором, работающим на оптико-электронной аппаратуре), ставилась задача и определялось участие оператора в работе «человеко-машинного» диалога на ЭВМ (выполнялось только совместно с оператором ЭВМ); анализировались и тематически интерпретировались полученные изображения; использовались дополнительные сведения при составлении соответствующих исходных оригиналов карт природных условий, современного состояния и охраны окружающей среды.

Безусловно, выбор вида преобразований, определение их места в общем цикле работ и их сочетание с другими видами обработки космической видеoinформации в значительной степени зависят от характера решаемых задач и требований к составляемым исходным оригиналам тематических карт. В целом можно отметить, что материалы космической съемки, преобразованные на оптико-электронной аппаратуре, должны исполь-



Рис. 23. Пример дискретного изображения, полученного по космическому черно-белому снимку

зоваться в качестве дополнительных материалов для повышения точности и полноты тематического дешифрирования космических фотоснимков.

Дискретизация исходного непрерывного интервала полутонов фотонизображения космического фотоснимка на ряд интервалов может выполняться по любым черно-белым отпечаткам или негативам. В результате последующего дискретного цветового кодирования, когда каждому интервалу полутонов присваивается определенная цветовая характеристика, исследователь получает цветное условное изображение изучаемого участка, на котором одним и тем же цветом обозначены объекты, имеющие один и тот же интервал плотности фототона.

Однако фототон космического фотоснимка зависит от многих факторов и может претерпевать существенные изменения даже на соседних снимках, что затрудняет их тематическое дешифрирование по дискретным изображениям. В связи с этим на оптико-электронной аппаратуре целесообразно проводить дискретизацию не абсолютных значений фототона, а относительных, т. е. их градиентов. Это дает определенные преимущества при сравнительном дешифрировании нескольких снимков.

В связи с тем, что в основу оптико-электронного преобразования положено только изменение интенсивности фототона, без учета структуры фотоизображения, то на преобразованном изображении одним и тем же цветовым тоном будут обозначены все объекты, имеющие одну и ту же плотность фототона (или их разность). Это приводит к тому, что на преобразованных изображениях тематически разные объекты, но имеющие сходный фототон изображения, могут получить одинаковую цветовую характеристику.

Особенности дискретизации непрерывного интервала полутонов фотоизображения на космических снимках позволяют определить круг задач, которые могут быть решены с помощью дешифрирования дискретных изображений.

Основной задачей, решаемой с помощью дискретизации фототона, является установление объективных границ определенного объекта, изображенного на данном снимке (рис. 23). Изменение интенсивности фототона при постепенных переходах плотности часто используется для выявления и картографирования объектов, имеющих резкие различия в спектральных характеристиках по сравнению с окружающим фоном. В частности, эти дискретные цветокодированные изображения были использованы при:

- уточнении границ подтопленных земель водами водохранилищ;

- уточнении границ засоленных земель;

- выявлении различных сельскохозяйственных культур;

- выделении участков с различной степенью эродированности почв;

- изучении отдельных компонентов ландшафта труднодоступных регионов (установлении границ ландшафтов, различающихся по комплексу условий и морфологической структуре);

- определении границ областей разгрузки местных вод (в пустыне);

- для уточнения границ открытого льда и заснеженной поверхности ледников и др.

Даже из этого краткого перечня задач видно, что дискретные цветокодированные изображения могут применяться для определения точных границ между объектами при очень плавном переходе фототонов или практически неуловимом. Такие случаи многочисленны при любом виде тематического дешифрирования

снимков, в то время как при составлении по космическим фотоматериалам карт инвентаризации и оценки современного состояния окружающей среды необходима большая точность в проведении границ, так как от этого зависят точность определения площади объектов и количественные характеристики.

Так, например, цветокодированные дискретные изображения использовались для выделения степеней смытости эродированных почв в Куйбышевском Заволжье (рис. 24). Картографирование смытых почв представляет собой известные трудности в связи с неравномерностью их пространственного распределения. Смытые в разной степени почвы распределяются в виде полосок и пятен, при этом неоднородность структуры почвенного покрова увеличивается с увеличением смытости почв.

Картирование эродированных черноземных почв по космическим снимкам принципиально возможно в связи с тем, что в некоторых случаях с увеличением степени эродированности в одной и той же почве содержание гумуса постоянно уменьшается. На космическом снимке такое уменьшение гумусированности почвенного покрова может отобразиться уменьшением оптической плотности фототона. Результаты дешифрирования цветного дискретного изображения, представленные на рис. 25, характеризуются высокой детальностью прорисовки контуров. Интерпретируя цветокодированное изображение, можно выделить контур несмытых почв, что было трудно выполнить при дешифрировании черно-белого снимка. На цветном дискретном изображении возможна большая детализация структуры почвенного покрова, что позволяет подойти к картографированию почвенных комплексов, включающих почвы разных степеней смытости.

Результаты дискретного цветового кодирования, произведенного в целях изучения возможностей картографирования эродированных почв по космическим снимкам, показывают, что такое направление весьма перспективно.

Непосредственно к этому виду использования преобразованных на оптико-электронной аппаратуре изображений примыкает дешифрирование фотометрических профилей, полученных путем дискретизации фототона исходного снимка по заданному направлению. В этом случае используются не абсолютные характеристики фототона, а их относительные значения.

Такие фотометрические профили дают возможность объективной характеристики географических (ландшафтно-экологических) профилей, построение которых целесообразно при различных видах изучения динамики природной среды. Ландшафтно-экологическое профилирование широко применяется при изучении характера природных объектов (в зависимости от рельефа, увлажнения, механического состава почв и т. д.) и динамических тенденций природных образований, выявлении стадий естественных и антропогенных процессов. Однако в ряде



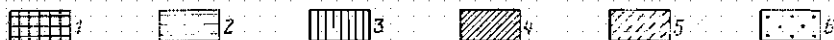
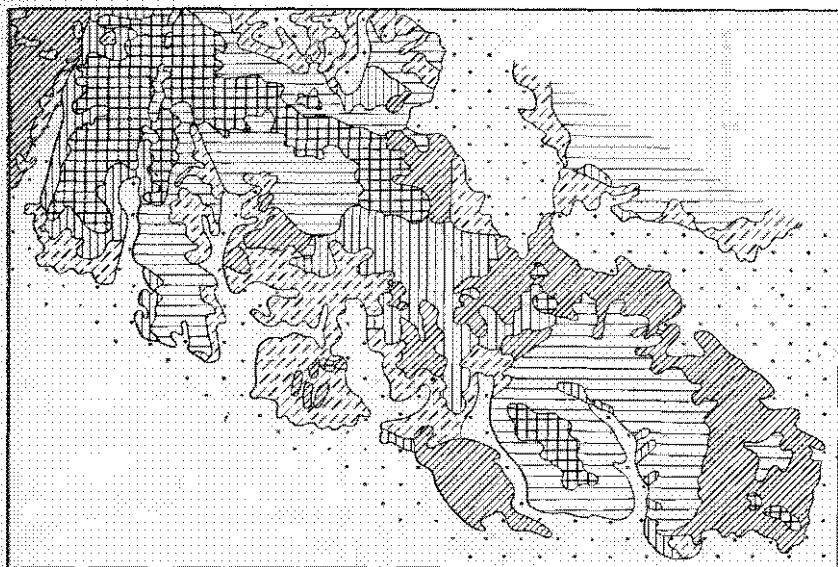


Рис. 25. Степень смытости почв в Куйбышевском Заволжье. Фрагмент схемы дешифрирования дискретного пиктокодированного изображения. Составлена Е. А. Востоковой

1 — несмытые (почвы приподраздельных участков пашен), 2 — слабо смытые, иногда с участками несмытых (на пологих склонах), 3 — комплекс слабо и средне смытых почв (на более крутых склонах), 4 — комплекс средние и сильно смытых почв (на крутых распаханных склонах), 5 — сильно смытые почвы (на участках, прилегающих к бровкам оврагов и балок), 6 — очень сильно эродированные почвы (под оврагами и балками)

случаев границы (или рубезжи) между отдельными составляющими профиль компонентами устанавливаются недостоверно из-за расплывчатости их или недостаточной опытности исследователя. Применение фотометрического профилирования позволяет провести такие границы однозначно.

Работа с фотометрическими профилями проводилась после камерального дешифрирования снимков и наземных исследований.

Фотометрические профили, выполненные после проведения полевых наблюдений, строились точно по тем же линиям, по которым проводилась наземная съемка профиля. Построение фотометрического профиля проводилось только в тех случаях, когда это было действительно необходимо для объективного проведения границ его отрезка.

Так, например, фотометрические профили были использованы при изучении ландшафтной структуры полуострова Муйцак (дельта Амударьи) при комплексном тематическом картографировании этой территории. Был произведен сравнительный

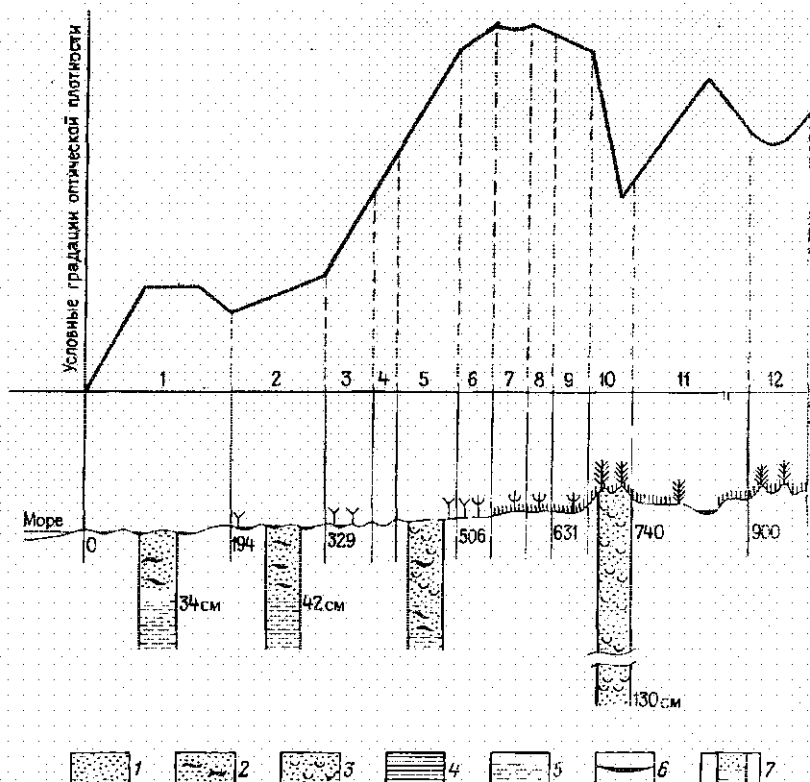


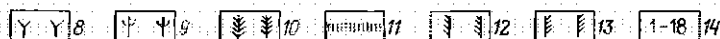
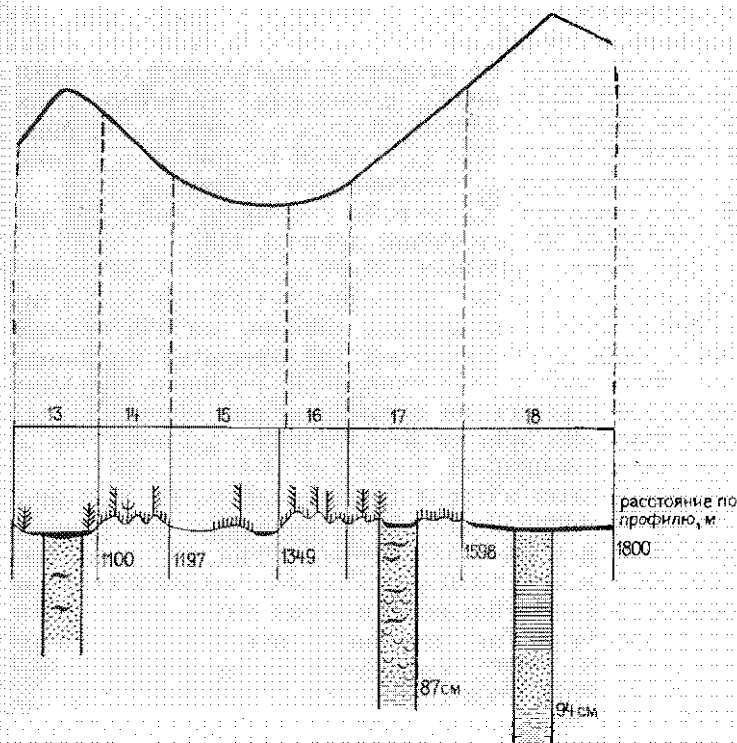
Рис. 26. Профили полуострова Муйнак и Южного Приаралья. Вверху фото 1—4 — механический состав почво-грунтов: 1 — песок, 2 — оглеенный или ожелезненный 6 — соляная корка на поверхности песка; 7 — почвенный шурф; 8—13 — доминирующие растения: 8 — однолетние солянки, 9 — джиджик, 10 — тамариск, отрезков профиля

анализ наземного ландшафтного профиля через мыс Тигровый хвост; от современного уреза воды Аральского моря через солончак Сургуль (в прошлом залив Арала) до останцового массива в центре полуострова Муйнак и трех фотометрических профилей, полученных по интегральному черно-белому космическому фотоснимку (один из них для примера приведен на рис. 26).

При наземном ландшафтном профилировании от уреза воды до солончака Сургуль было выделено 18 различных природных комплексов:

сочетание мелких заливчиков и островков, сложных морскими песчаными отложениями, с выпотами солей (1) \*;

\* Здесь и далее при описании профиля через м. Тигровый хвост цифры в скобках обозначают номер природного комплекса на профиле.



метрический профиль; внизу ландшафтный (составлен С. В. Сктерщиковым):  
 1 — песок, 2 — песок с включением ракушки, 3 — глина; 4 — уровень грунтовых вод;  
 11 — эфемеры-псаммофиты, 12 — черный саксаул, 13 — песчаная акация; 14 — номера

песчаный пляж, представляющий собой сочетание несколько приподнятых и опущенных участков, состоящий из семи различных уровней стояния (стадий отступления) моря, сложенных морскими песчаными отложениями, часто с включением щебня песчаника и ракушек с поверхности, с единичными экземплярами лебеды, а на одном из уровней (6) и кандыма (2—8);

пологонаклонная неровная песчаная морская равнина с ракушками с поверхности и включением щебня песчаника, с разреженным растительным покровом, представленным кандымом, гиргензонией, единично — гелиотропом и селином (9);

фитогенные песчаные бугры с высотой до 5—7 м, занятые тамарисчатником и кандымом с кумарчиком, гиргензонией и, единично, селином (10);

сочетание бугристо-ячеистых песков, вытянутых параллельно береговой линии, и межгрядовых понижений повсеместно

засоленных, сложенных морскими песчаными отложениями, местами с пухлыми и корковыми солончаками (в наиболее пониженных участках) с обилием ракушек с поверхности (11—16);

пологонаклонная поверхность, сложенная песчаными отложениями серого цвета с обилием ракушек с поверхности, занятая гиргензонией с тамариксом на микроповышениях, а в понижении — пухлым солончаком с единичными солянками (17);

основное дно солончака Сургуль со сплошным покровом ракушечника, лишенное растительного покрова (18).

При анализе фотометрических профилей было установлено, что все природные комплексы на них фиксируются довольно определенно; выделяется и останцовый массив, расположенный к югу от солончака Сургуль, сложенный морскими меловыми песчаниками. Все три автоматически построенных профиля имеют сопоставимые яркостные характеристики, причем характер кривой их распределения на всех графиках близок в пределах одного и того же комплекса.

Изучение полученных материалов показывает, что фотометрическое профилирование может быть применено при определении и уточнении различных природных границ, например геоморфологических или ландшафтных. При этом на профилях находят отражение как генетические различия комплексов, так и литологические разности. Так, песчаные отложения останцового массива полуострова, представленные желтыми разнозернистыми песками, являющимися результатом выветривания и переветывания коренных песчаников, достаточно резко отличаются на профилях от морских песчаных отложений, представленных желто-серыми мелкозернистыми песками. Последние имеют более высокие яркостные показатели. С солончаковыми понижениями чередуются песчаные гряды, сложенные аналогичными по составу и происхождению пескам центрального массива и имеющие на фотометрических профилях яркостные характеристики, близкие к последним. Естественно, что наиболее высокими яркостными характеристиками обладают корковые и пухлые солончаки, а наименьшими — мокрые. Поэтому полученная цветовая яркостная картина позволяет выделить все крупные контуры подобных образований с высокой степенью достоверности.

Ландшафтно-экологические и фотометрические профили были использованы в качестве вспомогательного материала при тематическом дешифрировании космических фотоснимков.

На Чукотском участке нами был выполнен более сложный эксперимент с целью исследования ландшафтной структуры тундры: использовались цветокодированные дискретные изображения и фотометрические профили. Эксперимент включал дешифрирование дискретных цветокодированных изображений района нижнего течения р. Анадырь и анализ фотометрических профилей, проложенных через тот же участок (рис. 27, 28).

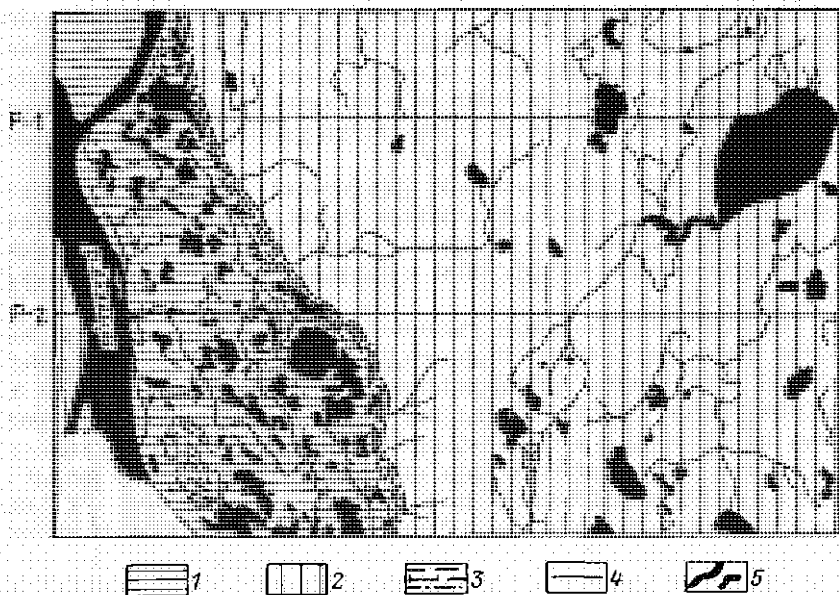


Рис. 27. Ландшафты нижнего течения р. Анадырь, Северо-Восток. Схема дешифрирования дискретного цветокодированного изображения. Составлена В. И. Рябчиковой

1—2 — ландшафты тундровых аккумулятивных равнин: 1 — равнины аллювиальные, плоские, с большим числом протоков, стариц, озер, сложенные аллювиальными слоями песчано-суглинисто-галечными отложениями, с комплексом мерзлотных почв (пойменные, кислые, пойменные заболоченные и болотные) с осоково-пушицевыми закаткарскими и крупнокустарниковыми злаково-разнотравными тундрами; 2 — равнины водно-ледниковые, плосковолнистые, с большим числом термокарстовых озер, сложенные водно-ледниковыми песчано-суглинистыми отложениями, с комплексом мерзлотных почв (тундровые торфянисто-перегнойные глеевые, торфяные болотные и тундровые щепнистые примитивные) с кустарниковыми закаткарскими осоково-пушицевыми и лишайниково-моховыми тундрами; 3 — границы между ландшафтами, установленными при дешифрировании черно-белого снимка и дискретного изображения; 4 — фотометрические профили; 5 — реки и озера

Сравнение результатов измерений относительных характеристик оптических плотностей фотоизображения и фотометрических профилей с предвзвешенной ландшафтной схемой, выполненной на основе визуального дешифрирования космических снимков, позволило установить, что определенные отрезки фотометрических профилей довольно четко соответствуют выделенным на схеме природно-территориальным комплексам изучаемой территории.

Анализируемые регистрограммы фотометрических профилей (см. рис. 27 и 28) представляют собой сложные многовершинные кривые, отражающие разнообразную (и мелкоконтурную) морфологическую структуру исследуемых ландшафтов. Например, наиболее высокие «пики» регистрограммы фотометрического профиля Р-2 соответствуют плотностям фотоизображения вершинных поверхностей холмистых междуречий с горными

щебнистыми примитивными почвами под мохово-лишайниковым покровом. Основной поверхности водно-ледниковой равнины, осложненной понижениями с комплексами болот, соответствуют средние уровни регистрограммы, в которой обычно повышенные уровни отвечают основной поверхности равнины, а пониженные уровни относятся к понижениям.

Анализ цветокодированных дискретных изображений показал, что на них четко выделяются границы между участками, характеризующимися различными морфологией и увлажнением, геоморфологическим строением и почвенно-растительным покровом (рис. 29).

На цветокодированном снимке пойменного ландшафта наиболее четко выделялась гидрографическая сеть. Сравнительный анализ результатов дешифрирования гидрографической сети по космическому спектральному снимку и цветовому дискретному изображению показал в преобладающем большинстве случаев совпадение границ. Однако на цветокодированном дискретном изображении площадь озер в некоторых случаях оказывалась большей, чем на спектрально-аналитическом снимке. Вероятно, это связано с большой обводненностью некоторых прилегающих к озеру территорий и в связи с этим имеющих одинаковую характеристику относительной плотности фотонизображения. По дискретному изображению распознаны и другие природно-территориальные комплексы пойменного ландшафта. Это изображение, имея большую детальность отображения территории, нуждается в дополнительном дешифрировании для целей картографирования природных комплексов.

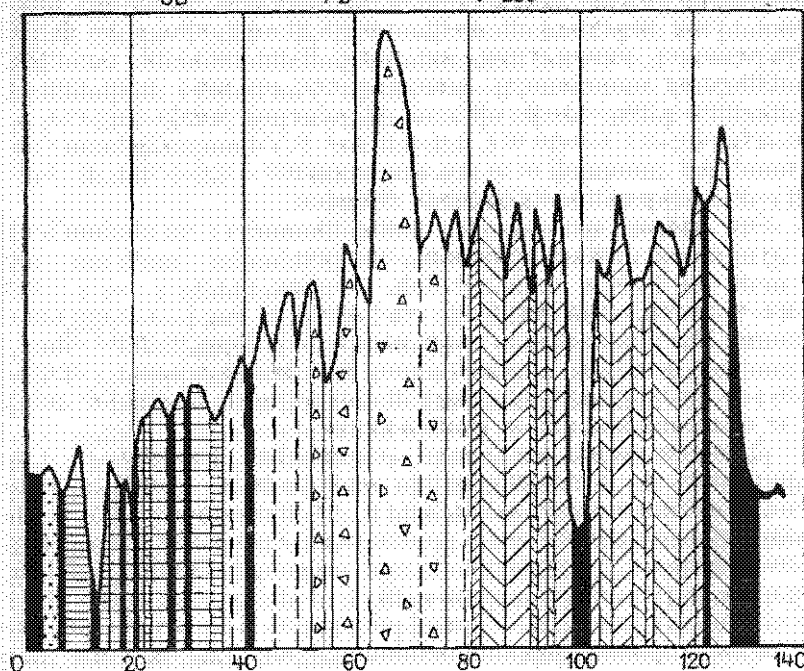
В цветокодированном дискретном изображении озерно-водно-ледниковой равнины, характеризующейся большой дробностью контуров, были также распознаны новые природно-территориальные комплексы, которые требуется дополнительно изучить. Сравнительный анализ дискретных изображений, выполненных в разных режимах обработки, показал необходимость выбора оптимального цветового кодирования. Столь же эффективно используются дискретные цветокодированные изображения и при изучении дельтовых ландшафтов Амурь (рис. 30, 31, 32, 33).

Анализ фотометрических профилей позволил получить дополнительную информацию об анализируемых объектах, которую можно использовать в практике ландшафтного дешифрирования и в насыщении дешифровочных признаков

---

Рис. 28. Сопоставление отдешифрированного фотометрического профиля по линии Р2 (см. рис. 27) и ландшафтной трансекты, выполненного по увеличенному космическому снимку нижнего течения р. Анадырь, Северо-Восток. Составлена В. И. Рябчиковой

1-8 — ландшафты гравеловых аккумулятивных равнин. 1-3 — аллювиальные равнины, плоские, с большим числом проток, стариц и озер, сложенные смесями песчано-су-



глинистыми отложениями с комплексом пойменных мерзлотных почв, пойменных заболоченных и болотных почв с осоково-пушицевыми и крупнокустарничково-элаково-разнотравными сообществами; 1 — поймы прирусловых, влажных, мелкогрядистых, с аллювиальными кислыми почвами, с эльхово-ивняковыми и ивняковыми разнотравно-элаковыми сообществами; 2 — поймы выровненные с аллювиальными торфянистыми почвами, с эльхово-ивняковым осоково-сфагновыми сообществами; 3 — поймы заболоченные с аллювиально-болотными почвами, с осоково-пушицевыми сообществами; 4—8 — водно-ледниковые равнины, плоскостные с большим числом термокарстовых озер, сложенные песчано-суглинистыми, иногда валунистыми отложениями, с тундровыми торфянисто-перелесковыми глеевыми, торфянисто-болотными и горно-тундровыми торфянисто-глеевыми почвами, с кустарничково-осоково-пушицевыми лишайниково-моховыми сообществами; 4 — вершинные поверхности холмистых междуречий, слабогрядистые, умеренно дренированные, с горно-тундровыми торфянисто-глеевыми почвами, с кустарничковыми мохово-лишайниковыми сообществами; 5 — склоны холмистых междуречий, умеренно дренированные, с горно-тундровыми торфянисто-глеевыми почвами, с кустарничковыми осоково-пушицевыми сообществами по ложбинам и с горно-тундровыми торфяно-глеевыми почвами, с лишайниково-осокowymi сообществами — по повышениям; 6 — западины, сильно углубленные, с иловато- и торфяно-глеевыми почвами, с осоково-пушицево-моховыми сообществами; 7 — озерные котловины и соединяющие их понижения, сильно заболоченные, с комплексом болотных почв, с кустарничково-сфагновыми сообществами на буграх и осоково-гипновыми сообществами по мочажинам; 8 — плоскостные участки водно-ледниковой равнины, заболоченные, с тундровыми торфяно-глеевыми почвами, с осоково-пушицевыми мохово-лишайниковыми сообществами; 9 — водная поверхность; 10 — протоки с зарослями эльхи и ив по берегам

количественными данными, а в дальнейшем, вероятно, при поиске путей перехода от визуального дешифрирования фотоизображений к автоматизированному. Выполненный эксперимент подтвердил возможность четкого распознавания природных комплексов в ранге ландшафта на дискретных изображениях и фотометрических профилях, однако для изучения морфологической структуры ландшафта и его компонентов необходим подбор оптимального режима обработки снимков.

Эти работы проводились после окончания предварительного визуального дешифрирования космической информации, полученной на район исследований, для составления карт природных условий, современного состояния и охраны окружающей среды. По результатам визуального дешифрирования были определены участки, нуждающиеся в дополнительных исследованиях, и сформулированы задачи, решаемые с помощью дискретных цветокодированных изображений.

Дискретизация исходного космического фотоснимка или его фрагмента и дешифрирование полученного преобразованного изображения может проводиться непосредственно после предварительного визуального просмотра материалов либо до полевого контроля составленных схем дешифрирования, либо после таких контрольных исследований, т. е. непосредственно при проведении окончательного дешифрирования. Последняя форма организации работ предпочтительнее, так как в этом случае можно более конкретно поставить задачу, найти методику обработки космического фотоснимка на оптико-электронной аппаратуре и установить оптимальные режимы. Любая форма организации этих работ включала определение задач дискретизации, выбор участка, требующего доизучения и уточнения схемы дешифрирования. При выполнении эксперимента оптимальный режим дискретизации цветного кодирования подбирался путем неоднократных проб; затем проводился анализ преобразованного изображения и его дешифрирование. Полученные данные учитывались при составлении окончательных исходных оригиналов тематических карт.

Предварительное изучение исследуемого объекта в натуре (или его аналога) позволяет более полно проанализировать полученную преобразованную информацию. Сложность анализа дискретных цветокодированных изображений заключается в том, что на таком изображении различные природные объекты и явления могут иметь одинаковый интервал полутонов и поэтому одинаковую цветовую характеристику. При дешифрировании дискретного изображения последовательно проводилось отделение объектов, не имеющих отношения к поставленной задаче, с одной стороны, и выявление аналогичных объектов, подлежащих изучению согласно поставленной задаче, с другой. Только четко поставленная задача дискретизации и ограничение исследуемого участка и объекта исследований позволили избежать



возможных ошибок дешифрирования и извлечь из таких дискретных изображений необходимую и максимально полную информацию. Выполнение дискретных изображений не по абсолютным значениям оптических плотностей, а по градиентам позволило наиболее уверенно проводить сравнительный анализ нескольких снимков.

Дешифрирование фотометрического профиля совместно с ландшафтно-экологическим (ландшафтно-индикационным) может применяться при изучении динамики природных или антропогенных процессов, для выявления стадий и прогнозирования возможных изменений.

Дешифрирование составных (синтезированных) цветокодированных изображений, полученных по материалам многозональной фотосъемки, представляет большой практический интерес. Составные изображения, полученные по материалам многозональной съемки, примеры которых уже приводились в IV.2, использовались при проведении различных видов тематического дешифрирования космической информации. Задачи, решаемые по этим преобразованным изображениям для целей составления карт современного состояния и охраны окружающей среды, весьма разнообразны, из них можно выделить следующие:

ландшафтное и ландшафтно-индикационное дешифрирование;

частные виды дешифрирования — геоботаническое, почвенное, геоморфологическое;

составление схем дешифрирования использования земель с характеристикой их современного состояния;

составление схем дешифрирования для целей народного хозяйства (использования земель в сельском хозяйстве, в лесном хозяйстве и т. д.);

дешифрирование мелиорационных участков, осушенных и обводненных территорий, нуждающихся в мелиоративных мероприятиях, и др.

Перечисленные задачи определяют место, какое занимают преобразованные изображения во всем комплексе работ по дешифрированию космических материалов для составления карт современного состояния окружающей среды. Составные цветные изображения использовались как при предварительном дешифрировании, так и при составлении исходных оригиналов карт.

При предварительном дешифрировании применялись составные цветокодированные изображения, выполненные по усредненной программе синтеза материалов многозональной съемки, т. е. без участия специалиста-дешифровщика. Такие материалы, очевидно, целесообразно включать как обязательные в материалы, используемые при составлении карт природных условий и современного состояния окружающей среды. Дешифрирование составных изображений проводилось по обычной схеме (см. III.2, IV.1) и в целом аналогично дешифрированию

Таблица 33

**Варианты цветового кодирования многозональных космических снимков**

Спектральная зона, мкм	I вариант	II вариант
0,5—0,6	Синий	Синий
0,6—0,7	Зеленый	Красный
0,7—0,8	Красный	Зеленый

спектрозональных космических снимков.

Подбор режима цветового кодирования при получении составного изображения на оптико-электронной аппаратуре осуществляется совместно специалистами по электронному оборудованию и дешифровщиком. В ходе проведения эксперимента были проанализированы составные цветные изображения, выполненные в двух вариантах по

материалам многозональной съемки района Северного Прибайкалья (табл. 33).

Дешифрирование составных изображений проводилось с целью дифференциации лесопокрываемых площадей.

Дешифрирование составных цветных изображений, полученных по варианту I (см. табл. 32), позволяет различать темнохвойные и светлохвойные породы (первые распознаются по красно-коричневому цвету, вторые — по темно-зеленому). На синтезированном снимке были четко разделены природно-территориальные комплексы средневысотных плоскогорий с кедрово-пихтовыми травяно-кустарниковыми лесами на горно-дерново-оподзоленных почвах; природно-территориальные комплексы отрогов хребтов с лиственничными травяными на горно-дерновых почвах и подгорной равнины с сосняками остепненными на горно-оподзоленных почвах.

Изучение составных цветных изображений, выполненных по второму варианту, показало, что различия горно-таежных лесов несколько сглажены, так как и светлохвойные (лиственничники и сосняки), и темнохвойные (кедрово-пихтовые леса) отобразились в одинаковой красно-малиновой гамме.

В обоих случаях достоверно и четко выделяются ПТК высокогорные, горно-таежные, склоновые и степные котловинные.

Анализ других вариантов цветового кодирования многозональных снимков при оптико-электронном синтезе изображений существенно новой информации не дал. Следует отметить, что для дешифрирования лесной растительности составные цветные изображения в целом более информативны (особенно при выделении лесообразующих пород), чем черно-белые снимки, выполненные в узких зонах спектра, взятые порознь.

Другим примером является составное цветное изображение, сделанное по материалам многозональной космической съемки на район котловины оз. Алаколь на юге Казахстана. Цветовое кодирование выполнено следующим образом: зоне спектра 0,46—0,50 мкм присвоен синий, зоне 0,64—0,68 мкм зеленый, а зоне 0,78—0,86 красный цвет.

На снимке синим и темно-синим цветами хорошо выделяется водная поверхность озер; тростниковые заросли с окнами воды изображаются красноватым цветом с темными, почти черными пятнами. Песчаные берега и солончаки, лишенные растительности, имеют на снимке светло-желтый, почти белый цвет. К ним прилегает равнина с засоленными и незасоленными лугами, которые изображаются сочетанием грязно-желтых и красных пятен. В левой части снимка видны горы с разреженной пустышной и степной растительностью, получившие коричневый цвет. К ним прилегает предгорная равнина, большая часть которой занята орошаемыми полями: отчетливо видна радиальная сеть оросительных каналов и прямоугольники полей, изобразившиеся красными и желтыми цветами. Нераспаханная часть предгорной равнины с пустышной растительностью на снимке окрашена в желтовато-серый цвет.

Материалы составных цветокодированных изображений целесообразно использовать совместно с другой видеосинформацией из космоса (черно-белыми снимками, фотокартами и др.).

Дешифрирование составных цветокодированных изображений разновременной съемки проводилось только с экспериментальными целями.

Цветное составное изображение было получено по двум разновременным космическим снимкам одной и той же территории. Преобразования выполнялись в разных режимах обработки и кодирования.

Преобразование изображения в целях тематического картографирования необходимо и целесообразно использовать при изучении динамики явлений и процессов, происходящих в окружающей среде. При этом принципиально различаются два направления: 1) дешифрирование преобразованных на оптико-электронной аппаратуре изображений на основе синтеза снимков, полученных в один и тот же год, но в разные сезоны или разное время (при различной высоте стояния солнца); 2) дешифрирование преобразованных изображений на основе синтеза снимков, полученных в один и тот же сезон, но в разные годы.

Эти два направления определяют основные задачи, которые можно решать по таким преобразованным изображениям.

Так, при синтезе разновременных снимков одного и того же года могут решаться задачи преимущественно оперативного характера, например:

слежение за состоянием культурных агроценозов (установление состояния посевов в различные стадии вегетации для прогнозирования урожайности);

слежение за ходом хозяйственных работ (например пахоты, уборки урожая и т. д.), для оперативного контроля и оптимального использования техники и кадров механизаторов;

слежение за динамикой естественных стихийных процессов (определение площадей гарей, определение направления движения лесных пожаров);

определение площадей, подверженных неблагоприятным катастрофическим воздействиям (например, определение площади загрязнения акватории в результате разлива нефтепродуктов, определение площадей, захваченных пыльными бурями, и т. д.) и др.

Вполне очевидно, что для решения конкретных задач требуется определенная частота получения информации. Для решения многих вопросов оперативного характера сроки получения и обработки информации не должны быть более 1—2 дней, а иногда и часов (при слежении за катастрофическими процессами и стихийными бедствиями), в таких случаях необходимо применять материалы оперативной телевизионной съемки. Для изучения ряда других явлений достаточно сопоставления снимков, выполненных за разные сезоны одного и того же года, и получение результатов в течение 1—3 недель со времени съемки.

При синтезе снимков, выполненных в один и тот же сезон, но с перерывом в один год или несколько лет, могут решаться задачи, связанные с долгосрочным прогнозированием, изучением динамики длительно проходящих природных и антропогенных процессов. К таким задачам относятся, например, следующие:

слежение за заполнением ложа водохранилища (или искусственно создаваемого озера для магазинирования поверхностных вод и искусственного пополнения запасов подземных вод);

наблюдения за изменением природной среды в связи с отступанием или наступанием моря;

слежение за изменениями в связи с косвенным влиянием проведенной мелиорации и гидротехнического строительства (осушенных или обводненных территорий);

наблюдения за ходом восстановления лесной растительности на гарях, лесосеках и т. д.;

наблюдения за фито-мелиоративными мероприятиями и фито-рекультивацией земель, нарушенных при промышленном использовании, и др.

Место составных цветокодированных изображений, полученных по материалам разновременной съемки, в работах по составлению карт современного состояния природных ресурсов и охраны окружающей среды определяется решаемыми задачами в зависимости от региона работ, его хозяйственного использования и требованиями, предъявляемыми к сериям составляемых карт. Составные изображения используются, как правило, при составлении исходных оригиналов карт динамики и прогнозов возможных изменений окружающей среды, необходимых для построения комплексной карты охраны и рационального использования природных ресурсов.

Таблица 34

## Оттенки синтезированного цветного изображения

Цвета объектов на снимках, выполненных через 2 года	Цвета объектов съемки первого года		
	светлые	промежуточные	темные
Светлые	Синий *	Сине-голубой	Голубой
Промежуточные	Фиолетово-пурпурный	Белесо-зеленоватый	Фиолетово-зеленоватый
Темные	Красный	Оранжевый	Желтый

\* Подчеркнуты оттенки объектов на составном изображении, которые не изменились по фототону на снимках, выполненных через 2 года.

На основе экспериментальных исследований разработана методика работы с преобразованными снимками, которая складывается из:

выявления при предварительном дешифрировании стабильных и динамичных участков;

изучения и установления на этих участках основных стадий экзогенных процессов и их динамики на основе анализа априорной информации и натуральных наблюдений;

определения задач синтеза разновременной космической фотoinформации на оптико-электрошой аппаратуре;

подготовки необходимого исходного материала (по времени съемки, определенным интервалам, видам, масштабам и т. д.);

проведения исследования по подбору оптимальных режимов синтеза на оптико-электронной аппаратуре (проводится только совместно с оператором);

анализа полученной информации и использования ее при составлении карт динамики окружающей среды и прогнозировании ее возможных изменений.

Следует особо подчеркнуть, что при анализе полученной информации необходимо учитывать варианты цветового кодирования позитивных и негативных материалов, участвующих в получении составного изображения, так как дешифрирование этих составных изображений основывается на изучении закономерностей образования цветовой гаммы измененных и не измененных за исследуемый промежуток времени участков. Знание схемы цветового кодирования исходных материалов позволяет четко проследить, какие тона на составном изображении соответствуют изменившимся, какие — неизменившимся объектам за исследуемый промежуток времени. Для облегчения дешифрирования таких составных цветокодированных изображений предварительно составлялась вспомогательная таблица, позволяющая проследить закономерности образования всех оттенков на цветном изображении (табл. 34). Предварительное изучение происходящих на участке процессов, для установления

динамики которых проводился синтез разновременных снимков, позволяет более определенно интерпретировать все полученные оттенки тонов. Большое преимущество составных цветокодированных изображений, полученных по материалам разновременной фотосъемки, заключается в том, что при их дешифрировании снимается необходимость субъективного проведения границ различно измененных участков, так как эти границы объективно прослеживаются по смене цветов на преобразованном изображении.

Это позволяет пространственно более точно и объективно осуществлять прогнозирование возможных изменений окружающей среды. Безусловно, для достоверного дешифрирования составных изображений нужны общие знания района работ и четкое представление о происходящих процессах и факторах, их обусловивших.

Изучение динамики природных и антропогенных процессов по материалам съемки, выполненной с определенным временным интервалом, было осуществлено по снимкам, выполненным в одно и то же время года, но с интервалом в 1—2 года, при картографировании антропогенно измененных ландшафтов, при изучении динамики заполнения Сарыкамышской впадины водами Амударьи и для выявления характера увлажнения солончака Барсакельмес.

Перераспределение стока вод Амударьи и сбросовых поливных вод с орошаемых полей Куля-Ургенчского и Ташаузского оазиса по бывшему руслу Дарьялыка приводит к заполнению Сарыкамышской впадины и образованию нового крупного бассейна. Значительный интерес представляет прогноз заполнения впадины водой в ближайшее время при сохранении существующего уровня ведения хозяйства. Одним из этапов такого прогноза является выявление динамики заполнения впадины за последние годы. Для фиксации изменений как водного зеркала, так и подтопленных земель были использованы разновременные съемки из космоса, с последующим синтезированием снимков на оптико-электронной аппаратуре.

Составное цветное изображение выполнено по схеме: снимок первого года — позитив — синий; негатив — красный; снимок, выполненный с интервалом в два года, — негатив — зеленый. Кодирование для большей наглядности производилось в двух вариантах. В процессе работы был выбран лучший вариант, где различным по оптической яркости объектам были присвоены следующие цвета. Для снимка первого года: темным объектам — красный цвет, светлым — синий; для снимка, выполненного через два года: темным объектам — зеленый цвет, светлым — синий (без изменения). Чистые цвета, смешиваясь, составляют определенную цветовую гамму (см. табл. 34), по которой можно судить о произошедших изменениях, выражающихся в изменении фототона на космических изображениях территории.

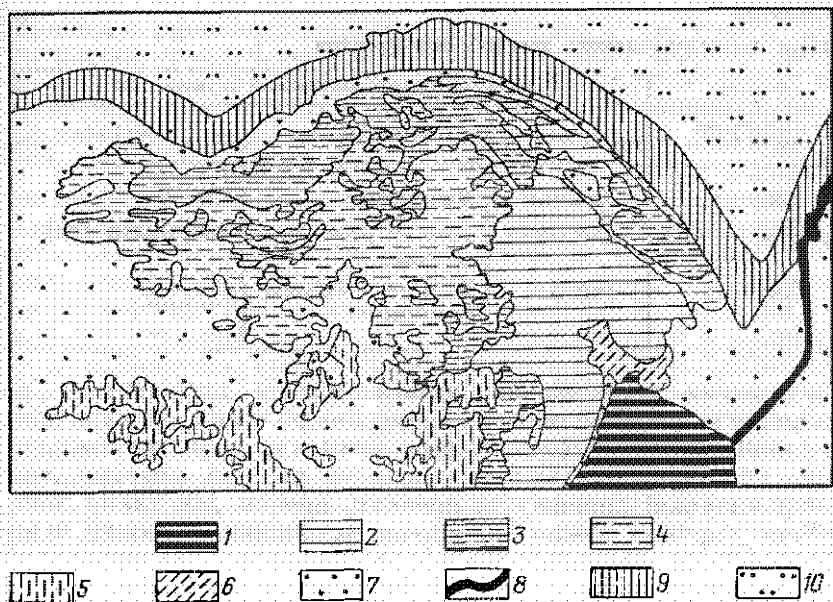


Рис. 34. Результаты дешифрирования составного цветокодированного изображения, полученного по равноновременным космическим снимкам северной части Сарыкамьшской впадины. Составлена Е. А. Востоковой

1-2 — не изменившиеся за исследуемый промежуток времени зеркало озера: 1 — глубокая часть озера, 2 — мелководье; 3-4 — вновь затопленные земли: 3 — мелководья на месте подтопленных земель, 4 — вновь образовавшиеся мелководья; 5-6 — вновь подтопленные земли: 5 — сильно и очень сильно подтопленные земли, 6 — слабо и локально подтопленные земли; 7-10 — неизменившиеся или очень слабо изменившиеся ПТК: 7 — слабоболотистая песчано-глинистая равнинная часть дна впадины, 8 — каньон Дарьялык, 9 — обрывы (чурчи), 10 — полого-слабоболотистое плато Устюрт

Следовательно, на полученных изображениях объекты, не изменившие фототона, будут иметь синий, белесо-зеленоватый и желтый цвет в зависимости от своей исходной оптической яркости. И наоборот, объекты, изменившие фототон, например со светлого на темный (затопленные за 2 года водой участки Сарыкамьшской впадины), будут окрашены в красный цвет, а со светлого на промежуточный фототон (подтопленные участки котловины) — в фиолетово-пурпурный.

Анализируя подобным образом полученное цветное изображение, можно выделить практически все произошедшие перемены, которые для Сарыкамьшской котловины связаны в основном с затоплением и подтоплением территории впадины водами Амударьи.

Результаты эксперимента, представленные на рис. 34, позволяют заключить, что интерпретацию составного цветного изображения целесообразно начинать с сопоставления

Таблица 35

## Оттенки синтезированного цветного изображения

Объекты, бывшие на снимках, выполненных через год	Объекты, бывшие на снимках первого года		
	темными	промежуточными	светлыми
Темными	Красный	Фиолетовый	Синий
Промежуточными	Оранжевый	Белесые (слабо-фиолетовые)	Голубовато-синий
Светлыми	Желтый	Белесый, белесовато-зеленый	Голубой

с исходными черно-белыми изображениями, привычными для интерпретатора. Составные цветные изображения, выполненные по разновременным космическим снимкам, дали возможность более объективно провести границы территорий, изменившихся за исследуемый промежуток времени, причем для таких динамичных участков можно было точно установить характер изменения. Вполне очевидно, что эти изображения предоставляют большие возможности для дешифрирования динамики процессов по материалам разновременной космической съемки. Для достоверного дешифрирования составных изображений, используемых как вспомогательный материал, необходимо общие знания района работ и четкое представление о происходящих процессах.

Синтезированное изображение солончака впадины Барсакельмес, полученное по разновременным космическим снимкам, дешифрировалось для изучения изменений степени увлажнения его поверхности. Изучение этих изменений по черно-белым снимкам не раскрывает особенностей процесса увлажнения. В связи с тем, что различно увлажненные участки мало отличаются по фототону и их трудно дешифрировать на черно-белых снимках, предполагалось, что дифференцированное отражение на составном цветном изображении позволит выполнить такое разделение более точно.

Составные цветные изображения были выполнены в следующем режиме: на первом снимке\* темным объектам (наиболее влажным участкам) присвоен красный цвет; светлым (наиболее сухим) — синий; на снимке, выполненном через год, темные объекты оставались без изменения, а светлые закодированы зеленым. В зависимости от степени произошедших за это время изменений фототониров при наложении закодированных изображений участки получали определенные оттенки тонов (табл. 35).

\* Для эксперимента были подобраны снимки, выполненные в первой декаде апреля с интервалом в один год.



Таким образом, на составном изображении неизменившиеся объекты, в зависимости от их исходного фототона, имеют соответственно красный, белесовато-фиолетовый и голубой цвета. Остальная цветовая гамма передает в той или иной степени изменившиеся фототона на исходных изображениях, т. е. иллюстрирует распространение изменившихся природных объектов.

Анализ результатов показал, что по составному цветному изображению четко различаются стабильные и динамичные природно-территориальные комплексы. К первым относятся поверхность плато Устюрт, ко вторым — солончак (небольшие изменения поверхности Устюрта, очевидно, связаны с различным фенологическим состоянием растительности). В пределах солончака отчетливо выделяются границы участков с изменившейся влажностью поверхностных горизонтов солей; кроме того, зафиксировано увеличение площади пухлого (хлоридно-сульфатного) солончака за счет сокращения мокрого и бронированного (хлоридного). На составном цветном изображении это отражено интенсивным желтым цветом. В пределах большей площади солончака отмечена тенденция к обсыханию, что отражено общим осветлением фототона.

Следует отметить, что рассмотрение динамики состояния природно-территориальных комплексов при помощи составных цветных изображений, полученных по разновременным исходным снимкам, должно осуществляться только на генетически однородных территориях, так как на составном изображении одни и те же цвета или оттенки могут соответствовать различным объектам, которые должны иметь различную интерпретацию. Так, например, борта впадины и сухие корковые участки солончака на составном изображении имеют одинаковый белый тон, что надо учитывать при интерпретации.

Четкая постановка задачи цветного составного кодирования и знание происходящего процесса позволяют однозначно интерпретировать динамику изучаемого процесса; на основе этого строятся прогнозные карты процессов.

Удобство использования составных цветокодированных изображений заключается также в том, что в этом случае снимается необходимость субъективного проведения границ различных измененных участков, так как эти границы объективно прослеживаются по смене цветов на преобразованном изображении.

Составные цветокодированные изображения разновременных космических фотоснимков представляют большие возможности для дешифрирования динамики процессов и позволяют прогнозировать изменения окружающей среды при неизменности факторов, обуславливавших динамику. Космические фотоснимки, преобразованные на оптико-электронной аппаратуре, должны использоваться в качестве дополнительных материалов для повышения точности и достоверности дешифрирования при построении карт. Следует еще раз подчеркнуть, что преобразование

Таблица 36

Области применения преобразованных изображений при тематическом картографировании современного состояния и охраны окружающей среды (предварительные выводы по проведенным экспериментам)

Вид преобразований	Область применения (предварительные данные)	Примечание
Построение фотометрических профилей	При выявлении участков, отличающихся по увлажнению (зон подтопления) Для установления различий, близких по спектральным яркостям ПТК При изучении комплексности почвенно-растительного покрова	
Дискретизация непрерывных полутонов снимков на ряд интервалов с последующим дискретным цветовым кодированием	При детализации зон подтопления При картографировании эродированных почв При разделении снего-ледовых площадей на ледниках в высокогорьях При выделении ПТК тундровой зоны	Только при совмещении со схемой дешифрирования черно-белых снимков
Получение цветного составного изображения путем цветового кодирования многозональных снимков	При составлении ландшафтных карт, карт современного состояния и использования земель Для достоверного разделения таежных лесов на темно- и светло-хвойные	
Получение составного цветного изображения путем цветового кодирования снимков, полученных с интервалом год и больше	Для констатации динамики процессов Прогнозирование хода процессов  Для достоверного разделения динамичных и стабильных ПТК	По генетически однородным участкам

космических фотоснимков на оптико-электронной аппаратуре следует проводить только по заранее выработанной программе для решения конкретных задач уточнения объектов исследования. Четко сформулированная и обоснованная задача способствует успешному использованию материалов, обрабатываемых таким образом. Проведенные эксперименты позволяют заключить, что:

дискретные цветокодированные изображения целесообразно использовать при уточнении границ отдельных объектов, выявлении и изображении на тематических картах;

в качестве дополнения к составным изображениям целесообразно использовать и дешифрирование фотометрических про-

филей, совмещая с материалами наземного ландшафтно-экологического дешифрирования;

наибольшее практическое значение имеет дешифрирование составных цветокодированных изображений, получаемых по материалам многозональной съемки, применяемой для всего комплекса ландшафтного и покомпонентного дешифрирования, и материалов разновременной космической съемки, необходимой для дешифрирования динамики процессов при построении прогнозных карт;

выбор режима обработки фотоматериалов на оптико-электронной аппаратуре следует осуществлять при непосредственном участии специалиста-дешифровщика, поставившего задачу, что способствует оптимальному ее решению для конкретного региона.

Цветные составные изображения, получаемые в результате синтеза материалов многозональной космической фотосъемки с последующим цветовым кодированием, выполняемые по усредненной программе, должны найти широкое применение, наряду с другими видами космической фотоинформации.

Конкретные области применения преобразованных на оптико-электронной аппаратуре изображений, проверенные в экспериментальных условиях, приведены в табл. 36.

## **V. ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ СЕРИЙ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ**

### **V.1. КАРТЫ ЛЕСО-БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР (НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ)**

Один из первых опытов составления серий тематических карт по космическим снимкам для целей рационального использования, мелиорации и охраны природных ресурсов нечерноземной зоны нами проведен на примере двух отличающихся друг от друга по природным условиям и промышленно-хозяйственному освоению регионах (северо-западной части Смоленской области РСФСР и Солигорского района Минской области БССР). В северо-западной части Смоленской области преобладает аграрно-лесохозяйственное использование территории, а в Солигорском районе — аграрно-промышленное.

При комплексном картографировании природных ресурсов и охраны окружающей среды (с использованием космических фотоматериалов) Нечерноземья, так же как и других регионов, составлялись серии тематических карт.

Учитывая географическое положение Нечерноземья в лесной гумидной зоне, в серии карт было необходимо включить:

ландшафтную карту;

карту растительности (в частности, лесов и лесохозяйственных угодий для территории с лесами эксплуатационного значения; болот и заболоченных земель в комплексе с лесной — для лесных и заболоченных районов либо только болот и заболоченных земель для районов с низкой залесенностью);

карту использования земель;

карту эрозионной опасности (для районов с плоскостной или линейной эрозией) либо других природных процессов — для районов с интенсивными экзогенными процессами;

комплексную карту охраны природы либо карту нарушения почвенно-растительного покрова в комплексе с картой рекомендуемых природоохранных мероприятий.

В зависимости от конкретных природных условий изучаемого региона, его хозяйственного и промышленного освоения, характера и степени нарушения, рекультивации и охраны, а также перспективных планов хозяйственного развития состав и число карт в серии варьировало. Для обеспечения рационального планирования использования, восстановления и охраны природных ресурсов должен создаваться минимум ключевых карт, необходимых для всех районов (см. главу I).

### V.1.1. Смоленский аграрно-лесохозяйственный район

На примере северо-западной части Смоленской области нами рассматривается опыт создания на один из районов сельско- и лесохозяйственного освоения Нечерноземья серии сопряженных взаимоувязанных карт рационального использования и охраны природных ресурсов.

По своим природным и хозяйственным условиям территория Смоленской области отличается большим разнообразием. Здесь интенсивно ведется лесное хозяйство, развивается сельское хозяйство, промышленность и строительство промышленных объектов, проводится интенсивная мелиорация, осваиваются новые территории под сельхозугодья. Серия тематических космофотокарт составлялась для части Смоленской области в пределах Велижского, Демидовского, Руднянского и Духовщинского административных районов. По природным условиям здесь выделяются пять отличающихся друг от друга, а также по характеру освоения природных районов [37].

1. Озерно-ледниково-зандровый район (северо-западная часть Демидовского административного района). С бедными, легкими по механическому составу почвами, низкой распаханностью территории (18 % площади), максимальной по области площадью болот (9 % площади района), средней залесенностью молодыми сосновыми и мелколиственными лесами.

2. Зандрово-моренный озерный район (северные части Демидовского, Духовщинского административных районов) с низкой распаханностью территорий, большой залесенностью (59 % площади района) с преобладанием мелколиственно-еловых лесов, умеренной заболоченностью.

3. Район Прикаспийской озерно-ледниковой котловины (южная часть Демидовского района) с низкой распаханностью и заболоченностью, сильной залесенностью.

4. Руднянско-Каспийский моренный район (северная и центральная части Руднянского административного района, центральная и восточная части Демидовского административного района). С большой пестротой почвенного покрова в связи со сложностью рельефа, с завалуненностью полей и мелкими участками пашен, при значительной общей распаханности, малой залесенности и с неравномерным распространением болот.

5. Район Духовщинской моренной возвышенности (Духовщинский административный район). Отличается неоднородностью почвенного покрова, средней залесенностью.

Леса разбросаны небольшими участками среди пашен и представлены вторичными мелколиственными лесами, за исключением северной части района, где встречаются ельники разных типов, близкие к коренным. Заболоченность слабая. Болота низинные только в поймах рек.

Промышленная рубка леса, мелиорация для увеличения площади лесного и сельского хозяйства и другие антропогенные воздействия на природную среду привели к изменению почвенного и растительного покрова, гидрогеологического и гидрологического режимов на огромных территориях, даже на тех, которые непосредственно не подвергались антропогенному воздействию. В результате многолетнего антропогенного воздействия коренных типов лесов в изучаемом районе не сохранилось. Восстанавливающиеся в ходе обратимых сукцессий лесные сообщества не идентичны первоначальным и относятся к различным категориям динамического ряда: условно-корешным, коротко, длительно и устойчиво производным. К условно-корешным типам леса на территории северо-западной части Смоленской области относятся еловые, сосновые леса и черноольшаники. Возрастные и восстановительные смены в них направлены на сохранение главных пород. Тем не менее полные исследования показали, что на многих участках наблюдается антропогенная депрессия леса, когда после рубки восстанавливается лес худшего качества, меняется его бонитет, ухудшаются лесорастительные условия и т. д. Все остальные сообщества относятся к различным динамическим стадиям антропогенного ряда. Здесь выделяются различные типы производных лесов.

К коротко производным типам леса относятся слово-мелколиственные, мелколиственно-еловые, сосново-мелколиственные и мелколиственно-сосновые леса, возникшие в результате выборочных рубок. Их естественное развитие направлено в сторону восстановления исходного типа леса. Эти леса в настоящее время подвергаются систематической рубке с крупными площадями вырубок и перерубами расчетной лесосеки. Лесозаготовки ведутся в лесах, не достигших спелого возраста, что может привести к гибели хвойных пород. Правда, на многих участках ведутся лесовосстановительные работы, но этого недостаточно для восстановления и сохранения лесного фонда в целом.

При несоблюдении правил рубок коротко производные типы леса могут перейти в следующую стадию динамического антропогенного ряда — в леса длительно производные и затем в устойчиво производные, которые в районе исследования занимают значительные площади.

К длительно производным относятся мелколиственные леса с примесью сли или сосны. Эти типы леса возникли в результате многократных рубок и пожаров, при естественном развитии они стремятся к восстановлению исходного типа. В настоящее время в таких лесах производятся как выборочные рубки хвойных пород, так и сплошные рубки древостоев. Сейчас в них наблюдается тенденция перехода в следующую динамическую стадию регрессивного ряда — в устойчиво производные типы.

Устойчиво производные типы леса в Смоленской области расположены, в основном, в районах сельскохозяйственного ос-

воения, занимая участки, неудобные для освоения. К ним относятся мелколиственные леса из березы, осины с примесью ольхи серой и сероольшаники. Эти типы леса почти никогда не возвращаются к исходному, даже при полном снятии антропогенного воздействия, они имеют свои возрастные и вековые смены. Восстановление исходных типов возможно только искусственным путем. Промышленного значения они не имеют.

Таким образом, все производные типы лесов северо-западной части Смоленской области в разной степени нарушены современной хозяйственной деятельностью. Динамическое состояние некоторых сообществ указывает на их прошлую нарушенность в результате вековых антропогенных воздействий.

Сельскохозяйственному освоению в северо-западной части Смоленской области больше всего подверглись моренные равнины, почвы которых наиболее пригодны для земледелия. Поэтому леса здесь были частично сведены. Но в связи с холмистым рельефом сельскохозяйственные поля имеют сложную конфигурацию. Паши раздроблены на отдельные участки.

Сельскохозяйственные угодья Смоленской области имеют различную степень нарушения.

В исследуемом районе преобладают материковые низинные и суходольные (вторичные, на месте лесов) луга, заливных пойменных лугов мало. Луга малопродуктивны, закорячены, заросли кустарником, часто заболочены, в той или иной степени потравлены, сбиты. Для их восстановления требуется коренное улучшение структуры почв.

Учитывая эти обстоятельства, для территории Смоленского аграрно-лесохозяйственного района с целью картографического обеспечения мероприятий по охране и рациональному природопользованию по космическим фотоматериалам составлен комплект из восьми сопряженных и взаимосвязанных тематических карт (табл. 37). Завершающей была природоохранная карта, или карта рационального использования и охраны природы.

При составлении серии карт применялись увеличенные космические снимки и схемы.

На первом этапе работ параллельно составлены карты: ландшафтная, лесная (или лесохозяйственная), гидрогеологическая, болот и заболоченных земель, при составлении которых использованы результаты дешифрирования аэро- и космических фотоснимков, проверенных при полевых исследованиях. Были использованы также картографические и фондовые материалы.

На втором этапе работ составлялись карты использования земель, природно-мелиоративная, эрозионной опасности. Карта использования земель составлена по материалам прямого дешифрирования космических снимков. Контуры и содержание увязаны с покомпонентными картами лесов, болот и заболоченных земель.

Таблица 37

Серия карт Смоленского участка

Констатирующие			
Карты природных условий		Карты современного	
Общие	Покомпонентные	Общие (по нескольким)	
Ландшафтная	Гидрогеологическая (грунтовых вод)	Использования земель	Природно-мелио- ративная

Природно-мелиоративная карта разрабатывалась на основе анализа ландшафтной и гидрогеологической карт, а также карты болот и заболоченных земель. С этими картами согласованы содержание, контуры и легенды. Для составления этой карты было проведено также и непосредственное дешифрирование фотоматериалов.

Карта эрозионной опасности создавалась на основании дешифрирования фотоснимков и анализа ландшафтной карты, с которой увязывались контурная часть и содержание легенды.

Третий этап работы включал составление карты нарушения почвенно-растительного покрова. Затем проводился анализ всех перечисленных тематических карт, выполнялось непосредственное дешифрирование аэро- и космических снимков.

Последней была разработана комплексная природоохранная карта. Контуры и содержание обеих карт полностью увязаны. Показываемые на комплексной карте охраны окружающей среды предлагаемые природоохранные мероприятия направлены на рациональное использование и охрану природных ресурсов. Карта составлялась с учетом перспективных планов хозяйственного и промышленного развития региона.

Ландшафтная карта служила основой для согласования всех остальных покомпонентных карт серии. На карте (рис. 35) нашли отражение крупные природно-территориальные комплексы (в ранге видов ландшафтов), в пределах которых указаны урочища и группы урочищ. Фации ландшафта в масштабе использованных увеличенных космических снимков четко не дешифрировались. В развернутой легенде к карте приведены характеристики рельефа, современного растительного покрова, почвенных условий и хозяйственной освоенности территории каждого природно-территориального комплекса.

Для более полной характеристики природных условий на основе ландшафтного дешифрирования увеличенных космических снимков была составлена карта грунтовых вод, которая даст представление о водовмещающих породах и глубине залегания



Нарушенности  
почвенно-раститель-  
ного покрова

Лесов

Болот и заболо-  
ченных земельЭрозионной  
опасности

первого водоносного горизонта. В табл. 38 приведена легенда к этой карте, выполненная в табличной форме, что позволило избежать повторений.

Центральной картой, характеризующей современное состояние природных ресурсов, является карта использования земель. Она дает возможность судить о соотношении различных видов угодий в исследуемом районе. Оптимальные пропорции между различными видами угодий (лес, пашня, пастбища), несомненно, являются важными для сохранения природной среды. Они важны для поддержания водного баланса в реках, защиты почв от деградации и разрушения, сохранения местных климатических и экологических условий. Карта отражает современное на момент съемки состояние земельных угодий.

Таблица 38

## Легенда

(с карте грунтовых вод Демидовского района Смоленской области)

Водоупоняющие породы	Глубина залегания грунтовых вод, м
Суглинки, супеси и пески аллювиальных, аллювиально-делювиальных и аллювиально-озерных отложений речных долин и ложбин стока	0—0,5 0,5—2,5 (до 3,0)
Терф современных болотных отложений	0—0,3; 0—0,5 более 0,5—3 0,5—1,0
Пески с гравием и галькой, с прослоями супесей, суглинков и глин флювиогляциальных отложений	1,0—2,5 (до 3,0) 3,0—5,0 местами более 5,0
Прослой и линзы песков и супесей среди валунных суглинков моренных отложений; воды спорадического распространения	0,2—0,5 0,5—1,0 2,5—3,0
Пески, супеси и суглинки, подстилаемые глинами древне-озерных отложений	3,0—5,0 и более 0—0,5 0,5—1,0 1,0—2,5 (до 3,0)

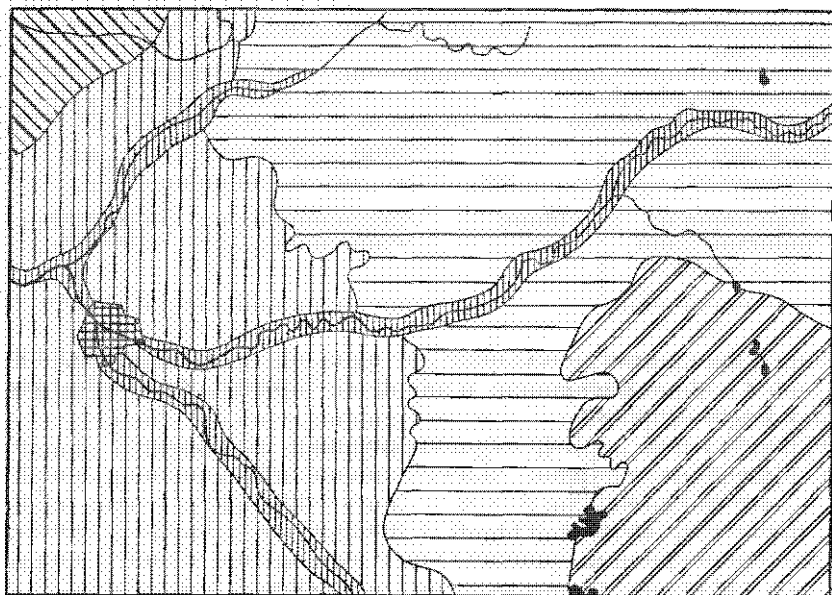


Рис. 35. Ландшафтная карта Демидовского района Смоленской области (фрагмент). Составлена Л. А. Шерченко

1—2 — холмистые моренные суглинистые равнины на палеозойском фундаменте (известняки, доломиты с прослоями глины, песчаников, песчаников и гипса): 1 — мелкохолмистые и пологоволнистые слабо и средне расчлененные моренные равнины, с дерново-средне-подзолистыми, дерново-слабоподзолистыми, часто огледевшими средне- и легкосуглинистыми и супесчаными почвами, значительно распаханны, с остатками мелколиственных лесов и поленидерно-разнотравно-луговых лугов; 2 — возвышенные холмистые моренные равнины с красными ледниковыми образованиями (базовые гряды, камовые холмы) с осырами ледникового происхождения в понижениях между холмами, с дерново-слабоподзолистыми, реже дерново-среднеподзолистыми песчано-суглинистыми почвами; с осиново-березовыми, осиново-березово-еловыми лесами, нередко небольшими участками слесовых лесов и суходольных лугов, частично распаханны;

3 — озеро-ледниковые равнины на палеозойском фундаменте: плоские и слабоволнистые эвтрофные равнины с участками моренных и камовых холмов и базовых гряд, с дерново-средне- и слабоподзолистыми, часто глееватыми и глеевыми супесчаными и песчаными почвами, с преобладанием больших массивов верхних сфагновых и сосново-сфагновых болот, с сосновыми, елово-березово-осиновыми, сосново-березовыми и замещающими их мелколиственными лесами, разнотравно-злаковыми лугами; частично распаханны;

4 — влажные и слабохолмистые озеро-ледниковые понижения и супесчаные равнины с глубоким залеганием моренной или ленточных глин; с дерново-слабоподзолистыми, дерново-подзолистыми, глееватыми, глеевыми песчаными и супесчаными, торфянисто- и торфяно-подзолисто-глеевыми и торфяными (в глубоких понижениях) почвами; с сосновыми, сосново-елово-мелколиственными и мелколиственными лесами, разнотравно-злаковыми лугами, часто заболоченными, и осиново-разнотравными сообществами на еловых болотах; частично распаханны;

5 — речные долины: с современными и древнеаллювиальными отложениями; с пойменными лугами и сосновыми лесами по надпойменным террасам; частично распаханны;

6 — населенные пункты; 7 — овра; 8 — реки

Таблица 39

## Схема легенды карты использования земель

Земли, используемые в сельском хозяйстве	Интенсивное (земледель- ческие угодья)	Пашни	По ведущей культуре или севообороту По развитию экзотенных процессов	
		Многолетние насаждения	Сады Ягодники	
		Пашни на мелиорированных землях		
	Экстенсивное (сенокосы и пастбища)	Луга пойменные Луга заболоченные Луга суходольные Луга закустаренные		
Земли лесного фонда	Водоохранные леса	По бонитету и доминирующей породе		
	Лесохозяй- ственные	По бонитету и доминирующей породе		
		Лесорастительные площади (без леса)	вырубки гари	
Селитебные территории	Городские и сельские	Города Сельские населенные пункты		
	Транспортно- промыш- ленные	Промышленные комплексы Транспортные и линейные магистрали Полосы отчуждения вдоль линейных соору- жений		
Не используе- мые или слабо используемые в хозяйстве земли	Рыбно-охот- ничьи угодья	Реки и водохранилища на них Озера Болота Заболоченные земли		
	Неисполь- зуемые	Естественные неудобья Антропогенные пустоши		

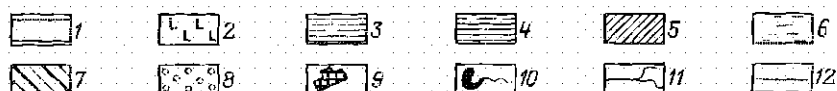
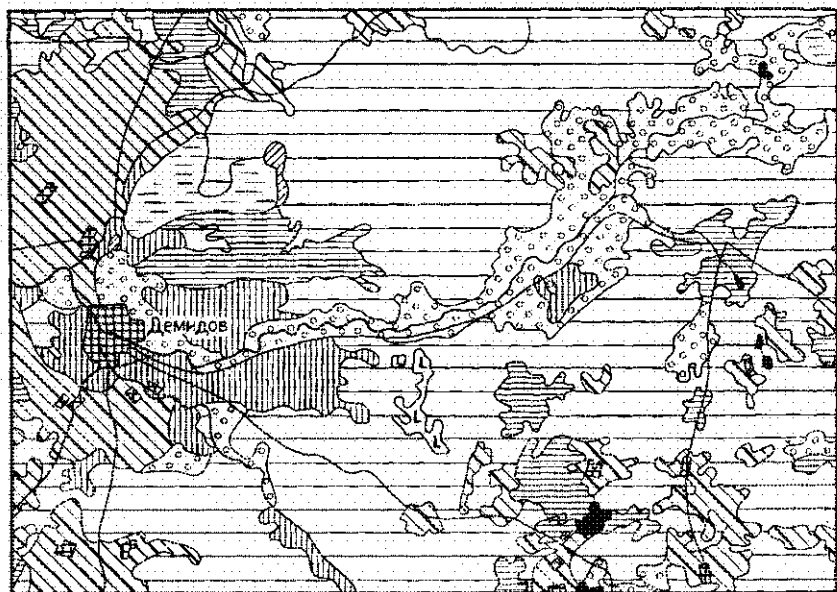


Рис. 36. Карта использования земель Демидовского района Смоленской области (фрагмент). Составлена Л. А. Шевченко, В. И. Сомовой

1 — леса, 2 — вырубки последних лет, 3 — луга с кустарником и мелколесьем, 4 — луга материковые суходольные, 5 — луга материковые низинные, 6 — болота, 7 — пашни, 8 — сочетания пашни с лугами (материковыми суходольными), 9 — освоенные земли, 10 — озера, 11 — реки, 12 — дороги

Дешифрирование фотоснимков аграрно-лесохозяйственных районов Смоленской области позволило выделить следующие категории угодий: пашни; луга (пойменные, материковые: а — суходольные, б — низинные луга с кустарником и мелколесьем); леса (леса, вырубки); болота (болота неосушенные и осушенные); сочетания различных типов использования земель.

Схема легенды карты приведена в табл. 39, а фрагмент карты — на рис. 36.

Карта лесов (рис. 37) составлялась на основе отраслевой лесохозяйственной интерпретации ландшафтной карты и геоботанического дешифрирования аэро- и космических фотоснимков. Дешифровочные признаки лесов определялись при наземных исследованиях. Установленные на эталонных участках дешифровочные признаки для различных типов лесов экстраполировались на всю картографируемую территорию. На карте показываются типы лесов с указанием состава древостоя и группы

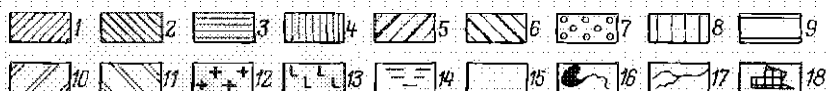


Рис. 37. Карта лесов Демидовского района Смоленской области (фрагмент). Составлена Л. А. Шувшико

1-4 — ольшники: 1-2 — молодые и средневозрастные: 1 — с примесью березы, иногда осины; 2 — с примесью березы, осины и ольхи серой; 3-4 — приспевающие и спелые; 5 — частые; 4 — с примесью березы и осины; 5-6 — сосняки: 5 — молодые и средневозрастные; 6 — приспевающие и спелые; 7-9 — осинники: 7 — молодые и средневозрастные с примесью березы и ольхи серой; 8-9 — приспевающие и спелые; 8 — с примесью березы и ольхи серой; 9 — с примесью ели; 10-11 — березняки: 10 — молодые и средневозрастные с примесью осины и ольхи серой; 11 — приспевающие и спелые с примесью осины; 12 — сероольшаники приспевающие и спелые; 13 — вырубки; 14 — болота; 15 — солехозяйственные земли; 16 — озера; 17 — реки; 18 — населенные пункты

возраста насаждений (молодые, средневозрастные, приспевающие, спелые), а также нарушенность лесов современным и прошлым антропогенным воздействием. Это объясняется целевым назначением карты для лесохозяйственного использования.

Карта болот и заболоченных земель (рис. 38) является одной из важных в серии для этой части Нечерноземья. Карта даст представление о степени заболоченности территории, типах болот, занимаемой ими площади, что является основой для рационального выбора территорий болот под охрану, осушительную мелиорацию, установления очередности мелиоративных работ. Выделяются болота осушенные и освоенные. Небольшие по площади и не имеющие четких границ на снимках болота объединены на карте в комплексы или сочетания.

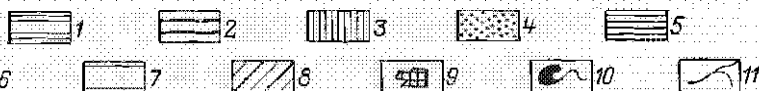
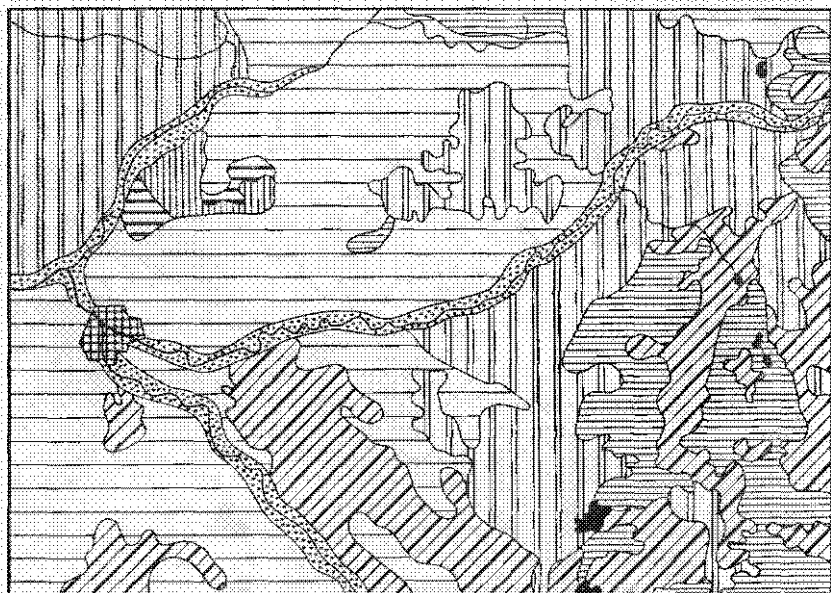


Рис. 38. Карта болот и заболоченных земель Демидовского района Смоленской области (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

1—8 — болота: 1 — верховые и переходные болота, комплексы сосново-кустарничково-сфагновых и кустарничково-сфагновых сообществ; 2—3 — переходные и низинные болота: 2 — с ольхоно-тростниково-осоковыми сообществами, 3 — с осоково-тростниковыми с кустарничками на ольхи сообществами в комплексе с заболоченными осоково-разнотравными лугами; 4—7 — заболоченные земли: 4 — долины рек, местами заболоченные, с лугами в комплексе с кустарничковыми зарослями, паузами и лесами, 5 — сосново- и сосново-мелколиственные заболоченные леса и вырубки, 6 — слабо заболоченные локальные участки в сосново- и сосново-мелколиственных лесах, лугах и на сельскохозяйственных землях, 7 — комплексы мелколиственных лесов, низинных болот с осоково-тростниково-кустарничковыми сообществами, слабо заболоченных щучково-разнотравных лугов и ольшаников с сельскохозяйственными угодьями; 8 — хорошо дренируемые незаболоченные земли; 9 — населенные пункты; 10 — озера; 11 — реки

Природно-мелиоративная карта представляет собой следующий этап разработки в серии карт природоохранной тематики для лесно-болотных ландшафтов Смоленской области. Она составлена с целью выявления причин и тенденций заболачивания земель, возможности их мелиорации и путей дальнейшего использования. Основой для нее послужили карты: ландшафтная, грунтовых вод, болот и заболоченных земель, составленные по материалам дешифрирования увеличенных космических снимков, а также данных полевых наблюдений, фондовых материалов и публикаций. Объектами исследования на предмет мелио-

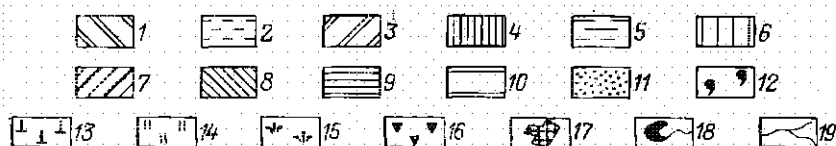
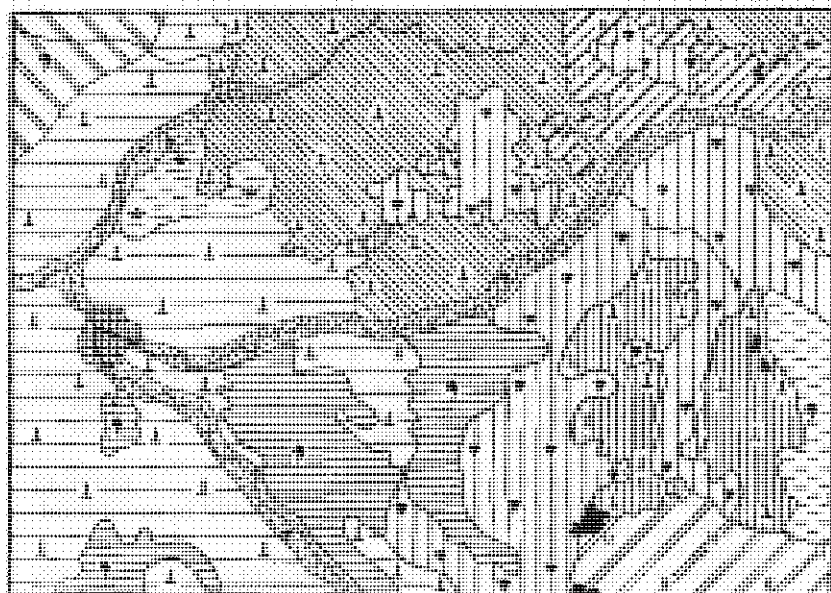


Рис. 39. Карта природно-мелиоративных типов земель Деми́довского района Смоленской области (фрагмент). Составлена В. И. Сомовой

рации явились природно-территориальные комплексы ранга урочищ и групп урочищ, показанные на ландшафтной карте. ПТК такого ранга рассматривались с точки зрения дренированности территории, уклонов поверхности, степени увлажнения почв и типа водного питания. В зависимости от этих показателей выделялись природно-мелиоративные типы земель. Эти типы земель объединены в пять групп по степени увлажнения территории: нормального; кратковременно избыточного, местами длительно избыточного; длительно, местами постоянно избыточного; постоянно избыточного; сочетаний различного увлажнения при развитии мозаичных форм микрорельефа.

Природно-мелиоративная карта (рис. 39) содержит также рекомендации мероприятий для каждой группы. Легенда к карте представлена в табличной форме (табл. 40). Эта часть карты служит существенным дополнением к комплексной природоохранной карте.

Таблица 40

## Легенда

Индекс на карте	Природно-мелиоративные типы земель	Степень дренирован- ности	Характер водного питания
<b>I. Холмистые моренные равнины</b>			
1	Крупнохолмистые равнины с ледни- ковыми образованиями (озы, камы, моренные холмы) с песчанисто-сугли- нистыми почвами, нормально увлаж- ненные, в понижениях между холмами длительно и постоянно избыточно ув- лажненные	На положи- тельных элементах рельефа хорошая, в понижениях слабая	Преимуще- ственно атмосферный, в понижениях смешанный
2	Мелкохолмистые равнины с легко- среднесуглинистыми почвами, нор- мально увлажненные, в понижениях переувлажненные		Смешанный
3	Пологоволнистые равнины с легко- и среднесуглинистыми почвами, крат- ковременно избыточно, местами дли- тельно избыточно увлажненные	Преимуще- ственно слабая	Атмосферный и склоновый
4	Плоские и слабо волнистые равнины с отдельными западинами и котлови- нами, с легко- и среднесуглинистыми почвами, длительно избыточно увлаж- ненные	Слабая и очень слабая	Грунтовый
5	Недренируемые понижения, запятые верховыми, переходными и низинными болотами	Очень слабая	Грунтовый и атмосферный
<b>II. Водно-ледниковые равнины</b>			
6	Моренно-зандровые равнины с отдель- ными моренными холмами, озами с су- песчано-песчаными почвами с разно- образными условиями увлажнения	Слабая, на положитель- ных элемен- тах рельефа хорошая	Смешанный
7	Слабоволнистые задровые равнины с супесчаными и песчаными почвами, кратковременно избыточно, местами длительно избыточно увлажненные	Слабая и очень слабая	Грунтовый и атмосферный
8	Плоские, недренируемые задровые равнины и западины, с супесчаными и песчаными почвами, длительно избы- точно и постоянно избыточно увлаж- ненные		Грунтовый
<b>III. Озерно-ледниковые равнины</b>			
9	Волнистая равнина с отдельными хол- мами с песчано-супесчаными почвами, нормально и кратковременно избы- точно увлажненные	Хорошая, в пониже- ниях слабая	Смешанный
10	Пониженные плоские равнины с супе- счано-песчаными почвами, длительно и постоянно избыточно увлажненные	Слабая и очень слабая	Грунтовый



Почвы	Растительность	Глубина залегания грунтовых вод, м
<b>на палеозойском фундаменте</b>		
Подзолистые, дерново-средне- и сильноподзолистые	Значительно распаханы, с остатками мелколиственных лесов	Более 3,0; в понижениях между холмами менее 1,0
Дерново-средне- и сильно-подзолистые, реже дерново-глеевые		
Дерново-подзолистые глееватые, реже дерново-подзолистые глеевые	Мелколиственные и елово-мелколиственные леса, частично распаханы	1,0—2,5
Дерново-подзолистые, глеевые, подзолисто-болотные	Заболоченные мелколиственные леса, полевицево-разнотравно-щучковые луга	Менее 1,0
Болотные	Сфагновые болота, реже с сосной и березой; травянисто-осоковые болота	0,0—0,5
<b>на палеозойском фундаменте</b>		
Подзолистые, дерново-слабоподзолистые, дерново-подзолистые глееватые	Сосновые, сосново-березовые леса, значительно распаханы	Более 3,0; местами менее 1,0
Дерново-подзолистые глееватые с дерново-подзолистыми глеевыми	Сосновые, елово-березовые леса, разнотравно-злаковые луга	1,0—2,5
Дерново-подзолистые глеевые, дерново-глеевые, торфянисто-глеевые, торфяно-глеевые	Заболоченные мелколиственные леса, сосново-березовые и еловые и елово-березово-осиновые	Менее 1,0
<b>на палеозойском фундаменте</b>		
Дерново-слабоподзолистые, дерново-подзолистые глееватые	Сосняки и мелколиственные леса, частично распаханы	Более 3,0; в понижениях менее 1,0
Дерново-глеевые, дерново-подзолистые глеевые, торфянисто-глеевые	Заболоченные мелколиственные леса	Менее 1,0

Индекс на карте	Природно-мелиоративные типы земель	Степень дренированности	Характер водного питания
<b>IV. Долины крупных</b>			
11	Плоские слабоволнистые поймы (высокие и низкие) с супесчано-суглинистыми и торфянистыми почвами, с разнообразными условиями увлажнения	Разнообразная	Атмосферный и грунтовый
<b>V. Территории, не требующие</b>			
12	Земли нормального увлажнения		
<b>VI. Территории, выборочно</b>			
13	Земли кратковременно избыточного увлажнения, местами длительно регулирование склонового стока		
<b>VII. Территории,</b>			
14	Земли длительно избыточного, местами постоянно избыточного увлажнения грунтовых вод, регулирование склонового стока		
15	Земли постоянно избыточного увлажнения. Осушение низинных болотного осушения		
16	Земли различного увлажнения. Сельскохозяйственное использование		
<b>VIII. Дополнительные</b>			
17	Населенные пункты		
18	Озера		
19	Реки		

Необходимыми картами для обоснования комплексной карты охраны и рационального использования природных ресурсов являются карты эрозионной опасности и нарушенности почвенно-растительного покрова.

На основе анализа ландшафтной карты и увеличенных космических снимков выделены в пределах изучаемой территории площади, различно подверженные плоскостной или линейной эрозии. К незрозийноопасным были отнесены водно-ледниковые, озерно-ледниковые песчаные и супесчаные равнины и речные долины. К эрозионно-опасным отнесены холмистые моренные суглинистые равнины, среди которых выделены четыре категории, охарактеризованные в табл. 41.

Карта нарушенности почвенно-растительного покрова явилась результатом анализа предыдущих карт серии (ландшафтной, лесной, использования земель, эрозионной опасности) и непосредственного дешифрирования фотоснимков.

Нарушенность лесной растительности складывалась из бессистемных рубок, пожаров, побочного воздействия хозяйственного освоения территории (сельскохозяйственные и мелиоратив-

Почвы	Растительность	Глубина залегания грунтовых вод, м
и малых рек Аллювиальные	Пойменные луга, ивняки, мелколиственные леса	До 2,5

мелиоративных мероприятий

нуждающиеся в мелиорации

избыточного увлажнения. При использовании под пашни и пастбища необходимо

нуждающиеся в мелиорации

ния. При сельскохозяйственном использовании необходимо понижение уровня под сельскохозяйственное использование. Верховые болота требуют ограниченного использования. Верховые болота требуют ограниченного использования. Верховые болота требуют ограниченного использования.

условные обозначения

ные мероприятия, строительство различных сооружений, влияние отходов промышленности), непосредственного воздействия человека (деградация лесов при большой посещаемости и т. п.). В нарушенность лугов включалась их сбитость, закустаренность, заочкаренность и заболоченность в результате нерегламентированного выпаса. Нарушенность пашни оценивалась по степени эродированности и смывости почв.

Таблица 41

Категории эрозивно-опасных земель

Категории эрозивной опасности	Эродированность, % от площади пашни	Коэффициент расчленения, км/км <sup>2</sup>
Потенциально-эрозивноопасные	—	—
Слабоэродированные	25	До 0,26
Среднеэродированные	25—50	0,26—0,40
Сильноэродированные	Более 50	0,40—1,50

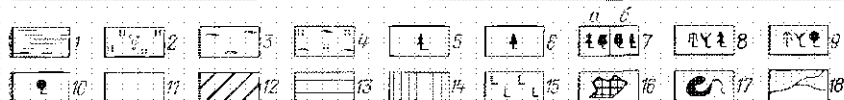
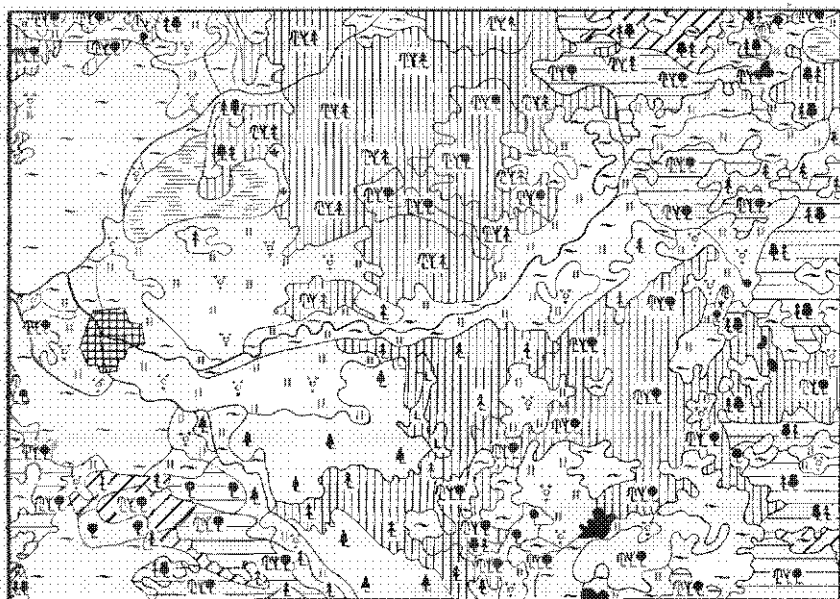


Рис. 40. Карта нарушенности почвенно-растительного покрова Демидовского района Смоленской области (фрагмент). Составлена Л. А. Шевченко, В. И. Сомовой

1 — угодья, не нарушенные или нарушенные кратковременным воздействием, — болота неосушенные;  
 2-4 — угодья, нарушенные длительным воздействием: 2 — луга суходольные, места закустаренные, на месте хвойно-широколиственных лесов, 3 — пашни на месте хвойно-широколиственных лесов, 4 — сочетание пашни с лугами суходольными; 5-10 — леса; 5 — условно-коренные еловые; 6 — условно-коренные сосновые, 7 — короткопроизводительные ели, 8 — длительно-производительные ели, 9 — длительно-производительные березовые и осинковые, березово-осиновые с примесью ольхи серой, 10 — устойчиво-производительные сероберезняки;  
 11-15 — степень нарушенности территорий: 11 — не нарушенные; 12 — слабо нарушенные; 13 — средне нарушенные; 14 — сильно нарушенные;  
 15 — сильные нарушения последних лет; 16 — населенные пункты; 17 — озера; 18 — реки

На карте показаны только те явления, которые были идентифицированы на космических снимках.

На карте нарушенности почвенно-растительного покрова выделены четыре степени измененности угодий в зависимости от длительности и обратимости произошедших изменений: неизмененные; слабонарушенные (могут использоваться в лесном и сельском хозяйстве при правильном ведении с/х, без особых затрат или нуждаются в незначительных восстановительных мероприятиях);

Таблица 42

Рекомендуемые природоохранные мероприятия по Смоленской области  
(для почвенно-растительных ресурсов)

Типы угодий	Рекомендуемые мероприятия
Леса водоохранной и зеленой зоны широколиственные:	Полное прекращение сплошных рубок. Допускаются лишь санитарные рубки в случаях возникновения гарей. Культура главной породы на вырубках. Прочистка от мелколиственных пород в молодняках. Содействие естественному возобновлению главных пород
хвойно-широколиственные	Полное прекращение сплошных рубок. Допускаются лишь санитарные рубки. Содействие естественному возобновлению хвойных пород. Целесообразна культура хвойных в годы с плохим плодоношением. Культуры хвойных пород на вырубках. Местами рекомендуются посадки сосны на предварительно осушенных землях. В избыточно увлажненных западинах и на слабодренированных переувлажненных участках целесообразно проведение открытой осушительной сети
Леса эксплуатационные: хвойные	Узколесосечные рубки в размерах II возрастной годичной лесосеки. Содействие естественному возобновлению хвойных пород. Культура хвойных на вырубках. Прочистка от мелколиственных пород в молодняках хвойных насаждений. На слабодренированных заболоченных участках проведение открытой осушительной сети
широколиственные	Узколесосечные рубки в размерах II возрастной годичной лесосеки. Содействие естественному возобновлению широколиственных пород. Культура главной породы на вырубках. Прочистка от мелколиственных пород в молодняках
хвойно-широколиственные	Узколесосечные рубки. Содействие естественному возобновлению главных пород. Прочистка от мелколиственных пород в молодняках смешанных насаждений
Пашни ограниченного использования	Специальная организация территории в сочетании со сложными гидротехническими мероприятиями. Создание противоэрозийных лесных полос и залесение склонов оврагов и балок. Не рекомендуется посев пропашных культур. Рекомендуется посев озимых культур вместо яровых. Использование травосмесей. Соблюдение агротехнических приемов обработки почвы, регулирование поверхностного стока
Пашни возможного интенсивного использования	Агротехнические приемы обработки почвы, регулирование поверхностного стока, снегонакопление. Снегозадержание. Возможно использование всех культур

Типы угодий	Рекомендуемые мероприятия
Луга оптимального режима использования без перевода в другие угодья	Местами проведение дренажа, мероприятия по защите территорий от затопления паводковыми водами. Подсев трав, раскорчевание и срезка кочек
Луга минимального режима использования с возможным переводом в другие виды угодий	Подсев трав, умеренный выпас
Необратимо нарушенные земли	Рекультивация земель

средненарушенные (могут использоваться в лесном и сельском хозяйстве после проведения необходимых восстановительных мероприятий);

сильнонарушенные (не могут восстановиться естественным путем и требуют рекультивационных мероприятий).

Особо выделены участки лесов со сплошными рубками последних лет и нарушенность торфопразработками естественной растительности верховых болот, являющихся источником питания многих рек.

Стадии антропогенно-динамического ряда лесных сообществ, показанные на карте, дают возможность судить о нарушениях этих лесов в прошлом, современное их состояние указывает на необходимость проведения охранных мероприятий и восстановления лесов. Например, на участках сильнонарушенных длительно производных типов леса требуется прекращение сплошных и выборочных рубок хвойных пород. В противном случае такие леса перейдут в малопродуктивные устойчиво-производные типы, без возможности естественного восстановления в исходные лесные сообщества. В этих лесах необходимо срочно проводить лесовосстановительные работы путем культивирования главной породы. Для других участков комплекс необходимых мероприятий должен быть иным, в зависимости от типа и степени нарушения (рис. 40).

Все разработки и карты, составленные по космическим фотоматериалам, явились фундаментом для завершающей серию карты рационального использования и охраны природы. Карта, являясь по существу выводом, содержит рекомендации природоохранных мероприятий, которые целесообразно провести для территории изученной части Смоленской области для сохранения и воспроизводства ее природных ресурсов. Характер рекомендуемых мероприятий приведен в табл. 42.

Солигорский аграрно-промышленный район расположен на северо-западной окраине Белорусского Полесья, в административном отношении находится в пределах Солигорского, Слуцкого и Любанского районов Минской области.

По своим природным условиям и хозяйственному освоению Солигорский район отличается от Смоленской области. Он охватывает главным образом среднюю часть бассейна р. Случи и в незначительной степени бассейна р. Лани. По характеру рельефа относится к переходной зоне от слабовозвышенного Слуцкого плато к плоской однообразной Полесской низменности. В геоботаническом отношении район исследования входит в подзону грабово-дубово-темнохвойных (северная часть) и широколиственно-сосновых (южная часть) лесов.

Солигорский аграрно-промышленный район в южной части характеризуется большой заболоченностью, что является следствием плохих условий стока и дренажа на территории плоской и однообразной Полесской низменности и большой суммой годовых осадков. Широко распространены заболоченные земли, значительно меньше болота. Болота на юге от г. Слуцка представлены небольшими по площади низинными болотными массивами, часто соединяющимися протоками. Крупные болотные массивы встречаются только в южной части района (Морочский болотный массив и др.). Болотами часто занята пойма и надпойменная терраса р. Случи. На водораздельных межречных пространствах заболоченные земли занимают ложбины и замкнутые западины.

Современное заболачивание наблюдается в зоне подтопления Солигорского водохранилища, а также в пределах шахтных полей рудокombинатов и связано с просадками поверхности в результате подземной подработки калийных солей. При отработке горизонтов калийных руд происходит осадка территории с образованием на поверхности замкнутых понижений глубиной до 1—1,5 м. В этих понижениях при малых коэффициентах фильтрации скапливаются и застаиваются воды атмосферных осадков и поверхностного стока; посевы вымокают, а их место занимают влаголюбивые растения. Происходит постепенный процесс заболачивания.

В относительно глубоких понижениях образуются микроозерки, зарастающие водно-болотной растительностью, по типу естественных водосмов. Процессы заболачивания ускоряются на участках с близким залеганием грунтовых вод и в местах просадок, находящихся в зоне подтопления Солигорского водохранилища.

Территория издавна густо населена и интенсивно используется в сельском хозяйстве, почти полностью распахана. Для увеличения площади сельскохозяйственных угодий проведен

осушение болот и заболоченных земель. Пахотные земли в Слуцком районе размещаются на месте широколиственно-еловых лесов, в Солигорском и Любанском — на месте широколиственно-сосновых лесов.

Сохранившиеся и вновь созданные леса распространены неравномерно. Они занимают небольшие разрозненные участки, главным образом, в юго-западной, южной, юго-восточной части территории. В пределах Слуцкого плато леса встречаются лишь отдельными островками и представлены в основном молодыми и средневозрастными сосновыми, сосновыми с примесью березы и березовыми насаждениями. Здесь же в виде небольших участков присутствуют ельники. Более крупные массивы сохранились только в южной части района — в Полесской низменности. Преобладают сосновые леса, на долю которых приходится более 50 % всех лесов района; березовые и черно-ольховые занимают примерно до 10 % от всей лесной площади; совсем незначительные участки заняты дубовыми, еловыми, грабовыми и осиновыми лесами. Широко представлены также смешанные насаждения — сосновые древостои с участием дуба, граба или мелколиственных пород. Из сосновых лесов преобладают вересковые, лишайниковые, черничные, зеленомошные, разнотравно-злаковые, а из березовых и ольховых — заболоченные осоковые, осоково-травяные, осоково-травяно-сфагновые, таволго-осоково-травяные. Основная часть ельников представлена ельниками зеленомошными и ельниками кислично-зеленомошными, а более половины дубовых лесов — дубравами черничными, кислично-зеленомошными и злаковыми.

По режиму хозяйства леса относятся к I и II группам. Большая их часть принадлежит к зеленым зонам городов и промышленного значения не имеет. В лесах I группы ведутся только санитарные рубки и рубки ухода (леса зеленой зоны г. Солигорска, Старобица, Красной Слободы, Любани, Уречья и др.). Их возобновление поддерживается посадками лесных культур. Все остальные леса относятся ко II группе, где лесозаготовки разрешаются в размере, не превышающем годичный прирост, и узкими лесосеками с обязательным возобновлением леса на лесосеках методом посадки лесных культур.

Леса района слабо нарушены или почти не нарушены современными рубками. На рубках прошлых лет все посадки в удовлетворительном состоянии. В результате проведения повсеместной мелиорации прилегающих к лесам территорий леса косвенно осушаются, а иногда и переосушаются. Уровень грунтовых вод при осушении на прилегающих суходолах порой опускается на 1—1,5 м, что приводит к заметному снижению продуктивности молодых и средневозрастных насаждений, особенно там, где уровень грунтовых вод оказывается ниже допустимого предела, необходимого для оптимальной жизнеобеспеченности древесных пород.



Таблица 43

## Перечень карт

Солигорского аграрно-промышленного района

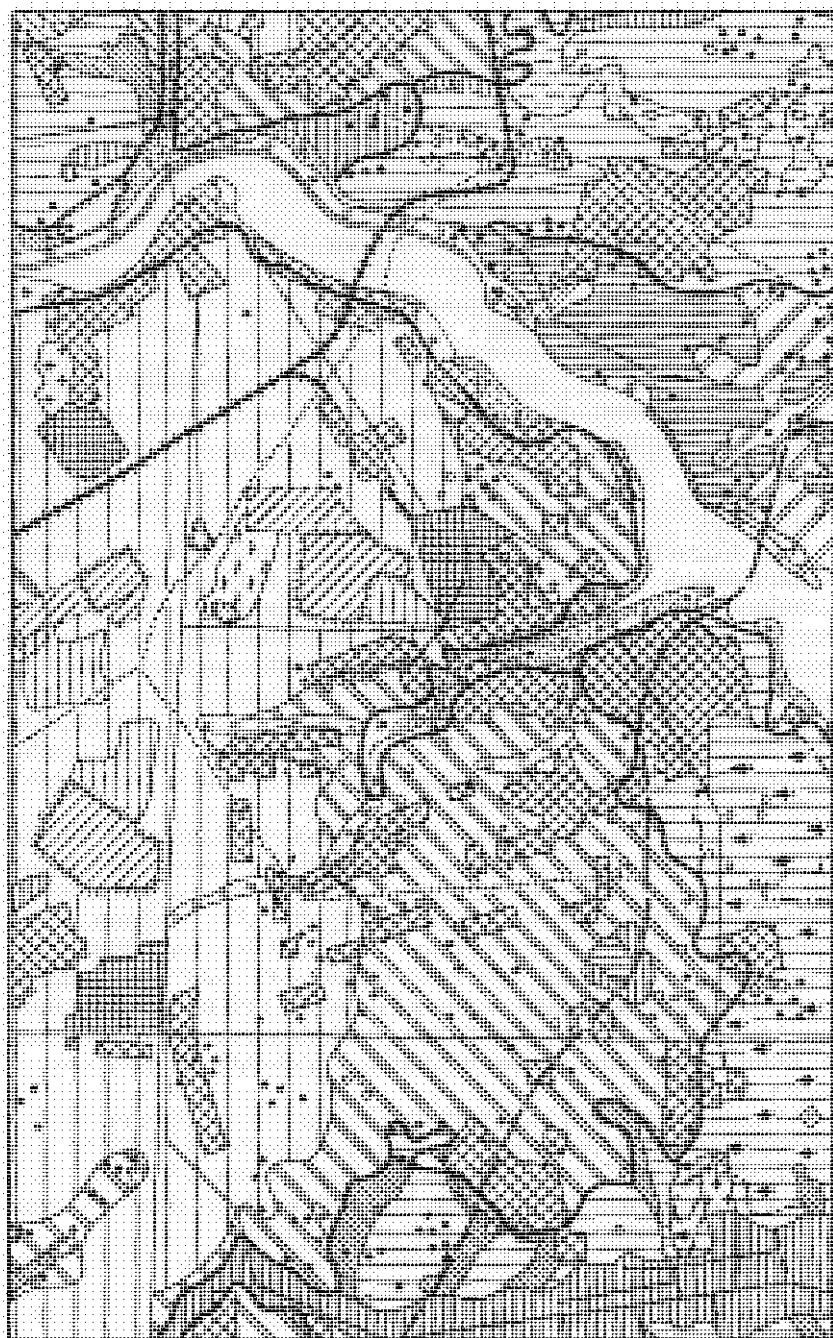
Группы карт	Наименование карт
Карты природных условий	Ландшафтная Гидрогеологическая Геоморфологическая
Карты современного состояния природной среды	Использование земель Лесов Болот и заболоченных земель Антропогенной перестройки ландшафтов
Карты природоохранные	Охраны и рационального использования природных ресурсов

Для Солигорского района характерно интенсивное аграрно-промышленное использование земель. Это район Старобинского бассейна калийных солей, где с 1962 г. ведется их добыча. Горные подземные выработки, которые протягиваются на большие расстояния, послужили причиной проявления неблагоприятных инженерно-геологических процессов: наблюдаются просадки, заболачивание, изменяется гидрологический режим территории, происходит миграция солей от мест скопления отходов добывающей промышленности, изменяется растительный покров территории.

Кроме того, большие изменения природной среды в этих районах произошли в результате интенсивного осушения и освоения Белорусского Полесья. В целом осушение дало положительный эффект, но в некоторых районах необоснованное осушение привело к необратимым нарушениям экологического равновесия и вызвало отрицательные последствия (эрозию, пыльные бури, снижение уровня грунтовых вод и уровня воды в реках, переосушение территории, гибель древостоев) не только на непосредственно мелнирируемых территориях, но и далеко за ее пределами.

Учитывая специфику освоения Солигорского района, был рекомендован несколько иной, чем для Смоленской области, комплект серии карт, составленных по космическим снимкам для природоохранных целей (табл. 43). Несколько иным является и содержание одноименных тематических карт.

Существенное различие имеют ландшафтные карты. Так, для Солигорского аграрно-промышленного региона на ландшафтной карте нашли отражение современные антропогенные модификации ландшафта, которые вносят существенные изме-



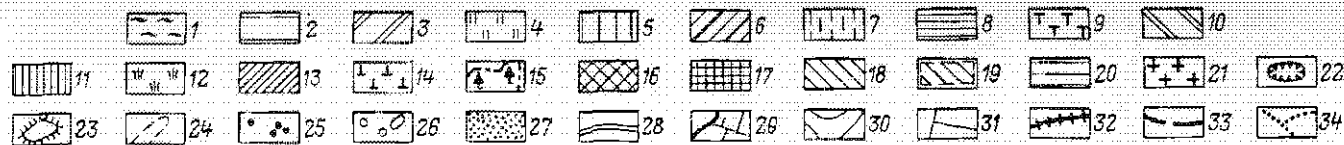


Рис. 41. Ландшафтная карта Солігорскаго раёна Мінскай вобласці (фрагмент). Саставлена В. А. Сушэнай.

1—4 — ландшафт морской равнины в полосе краевых ледниковых образований времени московского оледенения с последующей денудацией поверхности, сложенной валунами суглинками и асортированными песками с глубиной залегания грунтовых вод более 3—5 м, с дерново-подзолистыми окультуренными почвами и преобладанием агрофитоценозов. 1 — возвышенные холмы (более 10 м), поверхность которых представлена морской или суглинистыми чехлом ее элювиально-делювиальными образованиями, хорошо дренируемые с дерново-подзолистыми почвами, окультуренными с экпозиционной комплексностью природных условий. 2 — платообразные возвышения морской равнины с мелким лесовидным суглинком, мощностью 0,3—0,6 м и элювиально-делювиальными образованиями, подстилаемых песками, хорошо дренируемые, почти сплошь распаханые или занятые под селитебные участки. 3 — относительно низкие равнины и межхолмные понижения, сложенные валунами суглинками, умеренно дренированные, распаханые и окультуренные. 4 — плоскодонные эрозионные ложбины, сложенные связными суглинками или мелкосомом, покрытые закро-расотравными лугами, дренирующей территорией. 5—9 — ландшафт водно-ледниковой слабохолмистой равнины, расчлененной ложбинами и речными долинами неглубокого прола, сложенной хорошо сортированными флювиогляциальными песками или долинными галечниками в виде широких ложбей стока, слабо-дренированной с подзолистыми почвами, с сосновыми лесами, переходными и переходными болотами, частично распаханной. 6 — слабохолмистая песчаная равнина, умеренно дренированная, с сосновыми лесами на подзолистых почвах. 7 — плоская слабо дренированная равнина, с высоким уровнем залегания грунтовых вод, с участками мховых и переходных болот. 8 — слабопроточные заболоченные понижения ложбин и котловин. 9 — хорошо разработанные ложбины стока. 10 — сквозная долина. 10—11 — ландшафт древней озерно-аллювиальной — плоскодонной равнины с остаточными песками котловинами слабо расчленен-

ными, с преобладанием широких и плоских днщ долин и мелких озерных котловин, заболоченных, с торфяно-болотными или торфяно-подзолистыми-глебовыми почвами и торфяниками, широко мелкоразрушенными. 10 — плоскодонная песчаная равнина, среднедренированная, с сосново-олухово-луговыми лесами на торфянисто-подзолистых и перегнойных болотных почвах (искусственно сдвигнутая мелкоразрушенными каазами). 11 — котловинно-ложбинные участки с плоскодонным микрорельефом, заболоченные и залесенные. 12—14 — ландшафт современных речных долин, слабо-террасированных, с эрозионными остовами, с широкими плоскими заболоченными и увлажненными поймами, с дерново-луговыми и дерново-подзолистыми почвами, занятых лесно-луговой растительностью, с обширными участками различного хозяйственного использования. 12 — поймы, сложенные современным аллювием (суглинки, супеси), с дерновыми, луговыми, дерново-глебовыми, торфяными почвами, с комплексом лугово-болотной растительности, частично распаханной. 13 — слабоувлажненные поймы ручьев. 14 — прирусловые валы, расчлененные с посадками сосны. 15—24 — антропогенные модификации ландшафта. Участки, подверженные хозяйственной деятельности: 15 — сосновые леса с ведением выборочных рубок ухода. 16 — населенные пункты с хозяйственными застройками. 17 — застройки рудокомбинатов. 18—19 — солотвалы: 18 — существующие, 19 — отведенные, но не заволашевые; 20 — шламохранилища; 21 — очистные сооружения (отстойники сточных промышленных вод); 22 — карьеры; 23 — обнаженные склоны солотвалов; 24 — ложбины; просадок; 25—26 — просадки: 25 — мелкие, 26 — значительных размеров с заболачиванием по центру; 27 — подтопленные нодами водоохранилища заболочивающиеся земли; 28 — береговые дамбы; 29 — спрямленные русла рек и мелкоразрушенные каналы; 30 — водоохранилища; 31 — шоссевые и улучшенные грунтовые дороги; 32 — железные дороги; 33—34 — границы: 33 — рудного поля; 34 — шахтных полей.

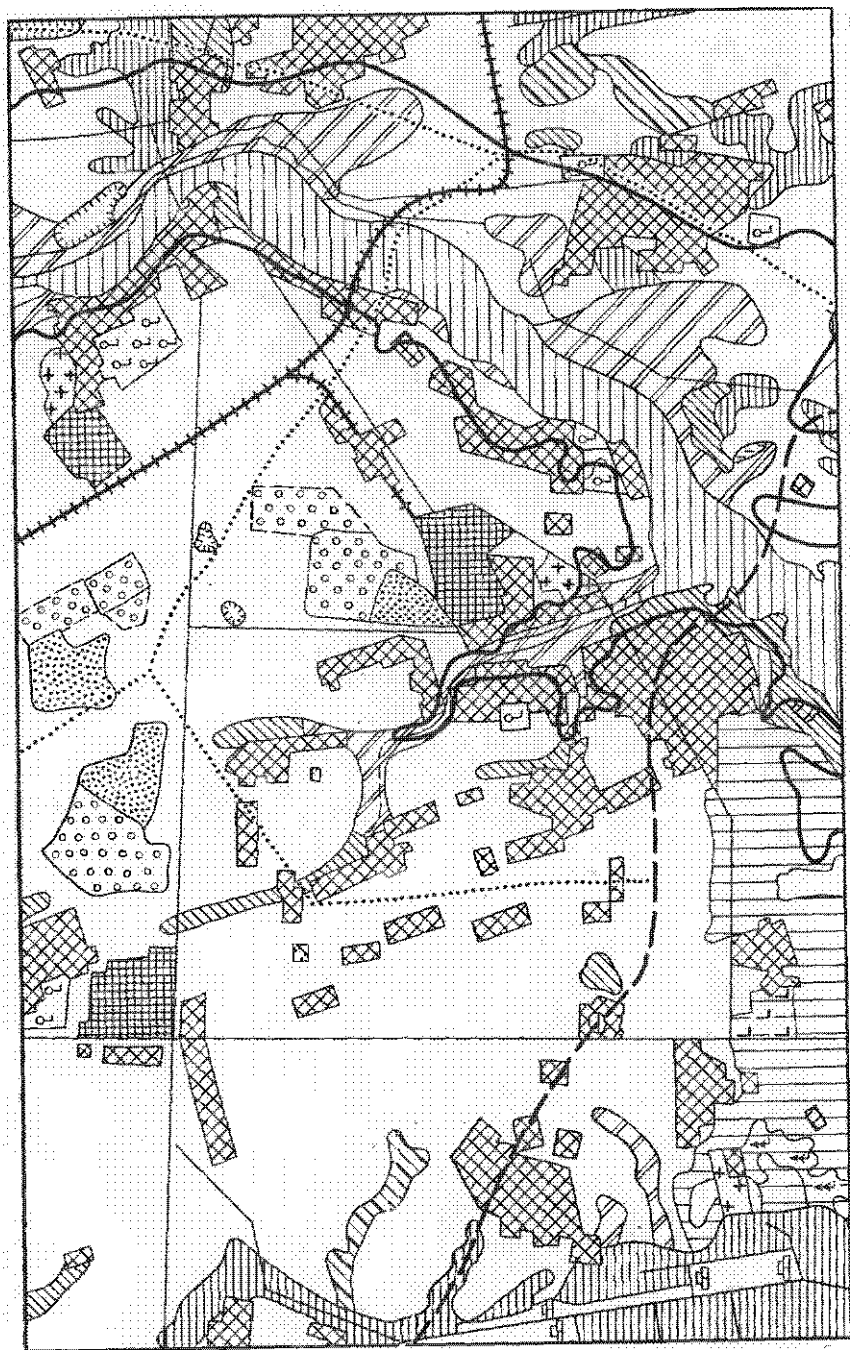




Рис. 42. Карта использования земель Солиторского района В. И. Сомовой.

1—6 — земли сельскохозяйственного использования. 1 — пашни; 2 — болота осушенные и осушенные под пашню, частично используемые как сенокосы; 3 — охотничьи заповедные земли, занятые пашнями и частично сенокосами; 4 — ирригационные культурные насаждения (сады); 5 — сенокосы и пастбища; 6 — дуга внесения, подорожные; 7 — забросанные земли и болота, осушенные и частично используемые как пастбища; 8 — леса забросанные; 9 — неиспользуемые земли; 10 — лесные земли; 11 — леса забросанные; 12 — леса забросанные; 13 — леса забросанные; 14 — леса забросанные; 15 — леса забросанные; 16 — леса забросанные; 17 — леса забросанные; 18 — леса забросанные; 19 — леса забросанные; 20 — леса забросанные; 21 — леса забросанные; 22 — леса забросанные; 23 — леса забросанные; 24 — леса забросанные; 25 — леса забросанные.

Минской области (фрагмент). Составлена Л. А. Шенченко.

11 — населенные пункты с хозяйственными постройками; 12 — застройки промышленных предприятий; 13 — застройки жилищно-коммунального назначения; 14 — застройки объектов культурно-просветительного назначения; 15 — застройки объектов здравоохранения; 16 — застройки объектов образования; 17 — застройки объектов культуры; 18 — застройки объектов спорта; 19 — застройки объектов отдыха; 20 — застройки объектов обслуживания; 21 — застройки объектов связи; 22 — застройки объектов транспорта; 23 — застройки объектов энергетики; 24 — застройки объектов водоснабжения; 25 — застройки объектов охраны окружающей среды.

нения в распределение природных ресурсов, и их состояние. Наиболее существенное ландшафтообразующее значение имеют побочные результаты деятельности рудокомбинатов: терриконы соленосных пород, шламохранилища, отстойники сточных вод. К этому же следует отнести вызванные горными выработками просадки, в значительной степени заболачивающиеся, образование подтопленных заболачивающихся земель вокруг водохранилища и др. (рис. 41).

Карты использования земель, болот и заболоченных земель построены в обычных легендах, принятых для таких карт, составляемых по материалам космических фотосъемок.

Карта использования земель отражает сложившуюся дифференциацию территории в зависимости от характера использования. Основным содержанием карты является современное распределение земельного фонда по угодьям и категориям хозяйственного назначения.

По категориям использования земельный фонд Солиторского аграрно-промышленного района делится на группы:

сельскохозяйственные угодья; земли государственного лесного фонда; земли, занятые водоемами;

городские земли, дороги, постройки, торфоразработки;

промышленные земли, застройки рудокомбината, очистные сооружения и другие;

неиспользуемые земли — болота, земли, занятые технологическими отходами (солевые отходы, шламохранилища).

Составление карты использования земель осуществлялось путем камерального дешифрирования космических снимков с последующими проверочными полевыми исследованиями (рис. 42).

Возможность и достоверность дешифрирования различных земельных угодий неодинакова. Здесь сказывается характер раздробленности и мелкоконтурности отдельных сельскохозяйственных угодий, вызванный пестротой почвенного покрова и наличием заболоченных и болотных почв. Наиболее резко раздробленность земельных угодий выражена в пределах моренной равнины. В этих районах с большой трудностью осуществляется распознавание сенокосов и пастбищ, которые представляют собой разрозненные участки сложной конфигурации, мелкие по площади. Пахотные земли благодаря наличию правильной пря-

Таблица 44

Плотностные характеристики фототона изображения зоны подтопления (дешифрирование фотометрического профиля)

Объекты наблюдений		Положение относительно			
		Профиль			
		I		II	
		Западный берег	Восточный берег	Западный берег	Восточный берег
Условные единицы относительной плотности	Водохранилище: минимальные максимальные средние*	191	191	166	166
		265	265	279	279
		228	228	204	204
	Зона постоянного подтопления: минимальные максимальные средние*	—	166	275	200
		—	355	300	367
		—	261,5	285	283,5
	Зона периодического подтопления: минимальные максимальные средние*	—	249	357	372
		—	347	449	452
		—	298	403	411
	Протяженность зон подтопления, м	—	1500	600	2500
		—	2500	1200	4500
		—	—	—	—

\* Выведены по всем измеренным значениям плотностей фотозображения.

моугольной формы достаточно легко выявляются по прямым признакам.

Избыточно увлажненные земли, приуроченные к слабодренированным участкам коренных и зандровых равнин, занятые лесами и болотами, выделяются на снимках достаточно уверенно. Для уточнения границ подтопленных земель Солигорского водохранилища были использованы цветокодированные дискретные изображения и фотометрические профили, проложенные поперек водохранилища (рис. 43), так как зона подтопленных земель на интегральных черно-белых снимках имеет весьма нечеткие границы. Повышенное увлажнение почв и близкое залегание грунтовых вод в зоне подтопления изменяют спектральные отражательные яркости почв по сравнению с участками непод-

### Солигорского водохранилища

водохранилища	
III	
Западный берег	Восточный берег
Данные завышены из-за загрязнения вод минеральными веществами	
Расстояния менее 300 м не зафиксированы	
Расстояния менее 300 м не зафиксированы	

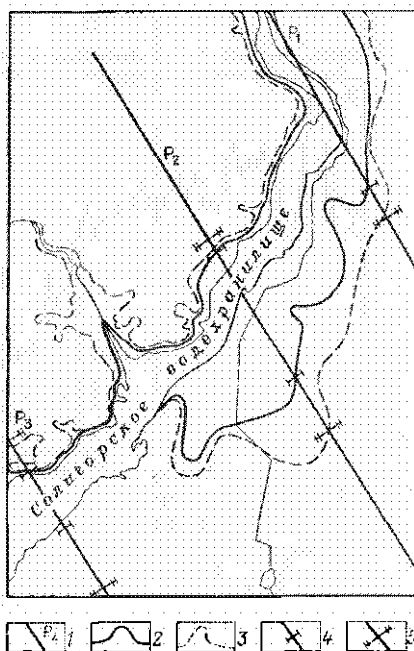


Рис. 43. Схема фотометрических профилей Солигорского водохранилища

1 — номера фотометрических профилей; 2—5 — границы, 2—3 — выявленные при визуальном засифировании: 2 — постоянного подтопления, 3 — периодического подтопления; 4—5 — установленные по фотометрическим профилям: 4 — постоянного подтопления, 5 — периодического подтопления

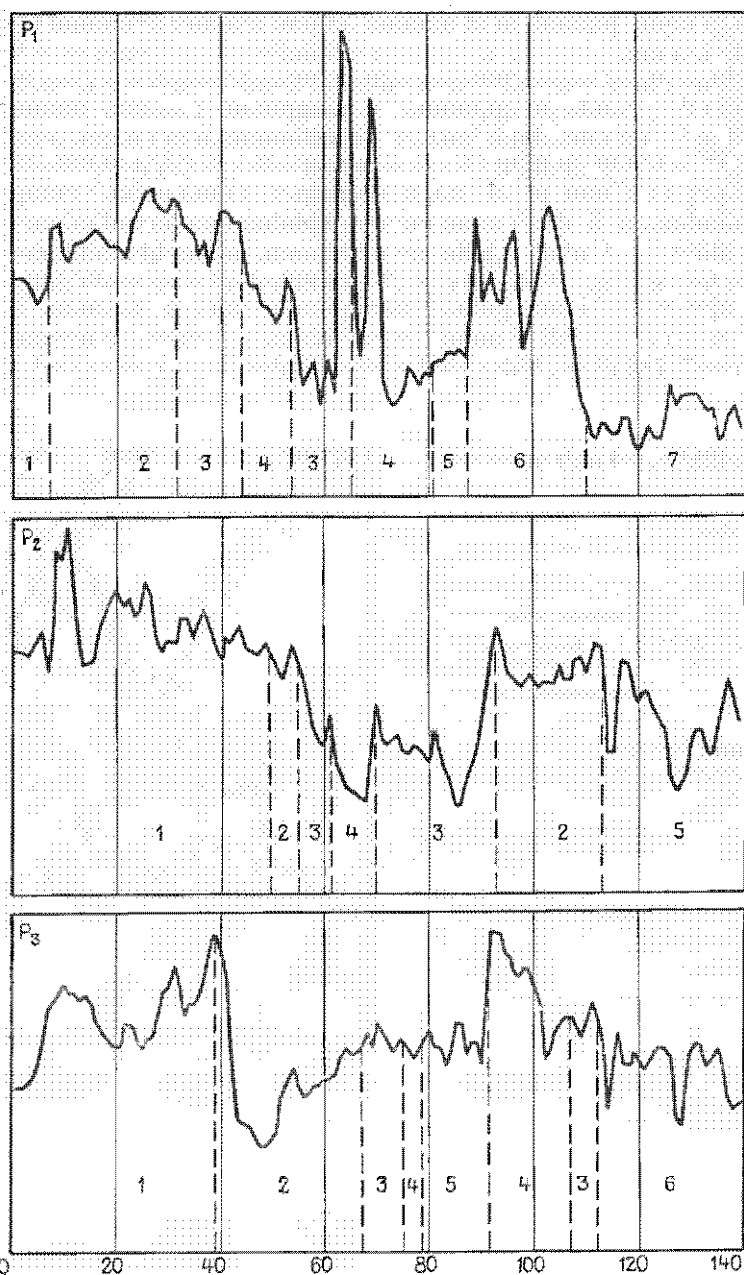


Рис. 44. Фотометрические профили Солигорского водохранилища (пунктиром обозначены границы объектов).



Рис. 45. Зона подтопления Солигорского водохранилища. Схема дешифрирования дискретного цветокодированного изображения. Составлена Л. А. Шевченко

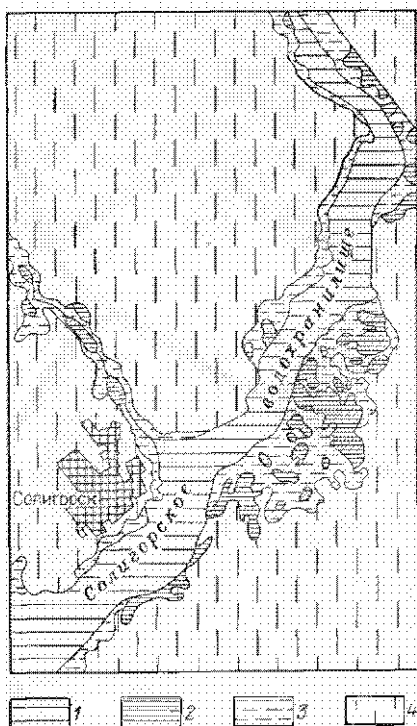
1 — водное зеркало водохранилища, 2 — болота в зоне постоянного подтопления, 3 — зона постоянного подтопления, 4 — территория вне зоны действия водохранилища

топленых территорий, что нашло отражение в плотностных характеристиках фототона на фотометрических профилях (табл. 44). Резкая смена относительных оптических яркостей при условии стабильных значений плотностей в пределах всей изучаемой зоны соответствует границам зоны подтопления. На рис. 44 приведены фотометрические профили района Солигорского водохранилища. Профиль  $P_1$  пересекает р. Случь 1, мелководную зону водохранилища 2, водохранилище 3, зону постоянного подтопления 4, сельскохозяйственные земли 5, болота и заболоченные земли 6 и пашни 7.

Профили  $P_2$  и  $P_3$  проходят через сельскохозяйственные земли с заболоченными понижениями 1, пересекают зоны периодического соответственно 2 и 3 и постоянного 3 и 4 подтопления. На профилях выделяются также: водохранилище 4 и 5, болота и заболоченные земли 5 и 6, лесной массив 2 (профиль  $P_3$ ). Аналогичные границы получены и при дискретизации исходного непрерывного интервала полутонов фотопереизображения космического снимка на ряд интервалов с последующим цветовым кодированием каждого интервала. Схема дешифрирования такого изображения приведена на рис. 45.

Составленная карта использования земель применима для учета качественной и количественной характеристики земель и разработки мероприятий по их охране и рациональному использованию.

Основной картируемой единицей, показанной на карте, были виды болотных массивов, которые выделяются по преобладающей растительности. В легенде указывается стадия развития болот. Это дает возможность судить о характере процесса болотообразования, облегчает трансформацию карты в ряд приклад-



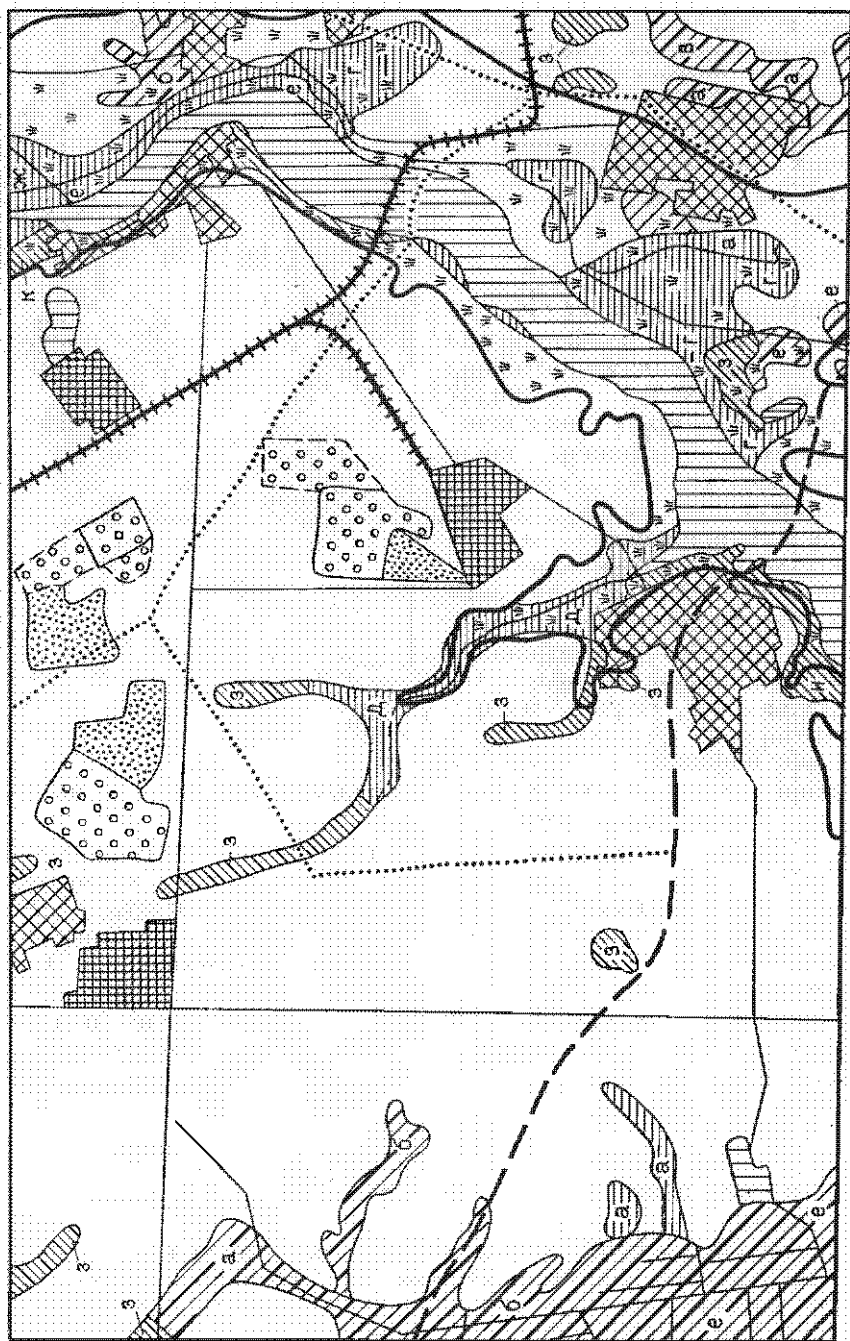




Рис. 46. Карта болот и заболоченных земель Солигорского Штатенко

1—2 — болота (а — элаковые, разнотравно-элаковые с мощностью торфа 0,3—1,0 м, редко до 2 м; б — осоково-разнотравные и разнотравные с мощностью торфа 0,3—2,5 м; в — осоковые, иногда в сочетании с разнотравно-осоковыми, с мощностью торфа 0,3—1,7 м; г — разнотравно-осоковые, разнотравно-элаково-осоковые, с мощностью торфа 0,5—3,0 м; д — элаково-осоково-разнотравные в сочетании с осоково-элаково-разнотравными, с мощностью торфа 0,3—1,2 м; е — элаково-осоковые, с мощностью торфа 0,7—3,0 м; ж — разнотравно-осоково-сфагновые, с мощностью торфа 0,6—2,0 м); 3 — осушенные, 4 — осушенные и осушенные, 5 — осушенные, 6 — осушенные, 7 — осушенные, 8 — осушенные, 9 — осушенные, 10 — осушенные, 11 — осушенные, 12 — осушенные, 13 — разнотравно-элаковые, отложения — оторфованные супеси, реже мелкотристые пески, 14 — элаково-отторфованные супеси, реже мелкотристые пески, 15 — элаково-отторфованные супеси, реже мелкотристые пески, 16 — элаково-отторфованные супеси, реже мелкотристые пески, 17 — элаково-отторфованные супеси, реже мелкотристые пески, 18 — элаково-отторфованные супеси, реже мелкотристые пески.

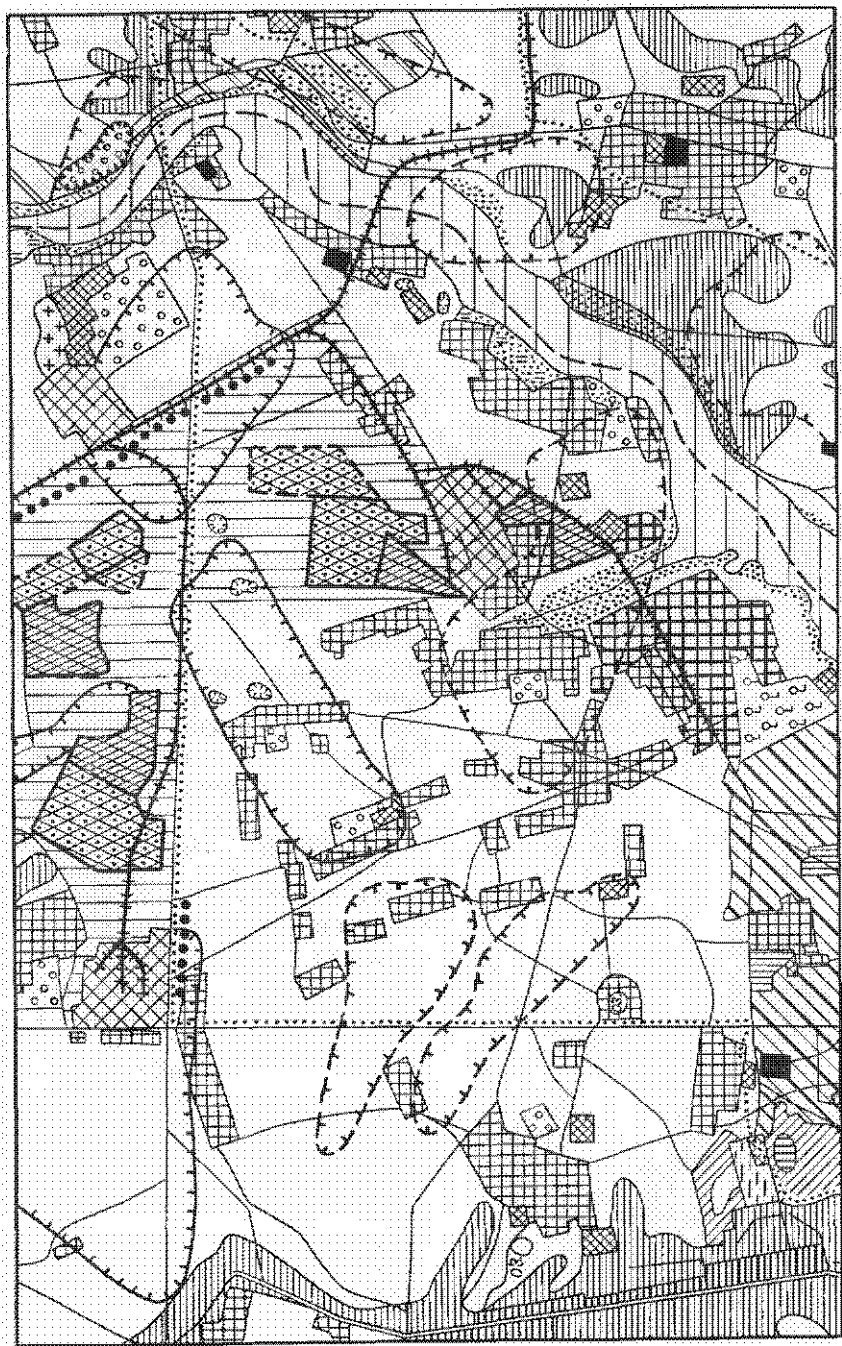
района Минской области (фрагмент). Составлена Л. А.

ными путями, отложения — оторфованные супеси, реже пески, а — элаково-разнотравные, отложения — оторфованные супеси, а — б — элаково-отторфованные супеси, отложения — оторфованные супеси, 3 — осушенные, 4 — осушенные, 5 — осушенные, 6 — осушенные, 7 — осушенные, 8 — осушенные, 9 — осушенные, 10 — осушенные, 11 — осушенные, 12 — осушенные, 13 — осушенные, 14 — осушенные, 15 — осушенные, 16 — осушенные, 17 — осушенные, 18 — осушенные.

ных карт (карту торфяного фонда, объектов сельскохозяйственной и лесной мелнорации). На карте одновременно показано современное состояние болот и заболоченных земель — осушенные и неосушенные — и восстановленный растительный покров осушенных болот, где на месте болота или заболоченных земель расположены сельскохозяйственные угодья. Это радиально с точки зрения научного содержания карты и ее практического использования. Фрагмент карты приведен на рис. 46.

Для аграрно-промышленного Солигорского района особенно важна карта антропогенной перестройки ПТК. Необходимость составления этой карты обусловлена значительным антропогенным воздействием на природную среду, связанным с горно-промышленным производством (табл. 45). При разработке, помимо констатации произошедших изменений, основное внимание было обращено на отражение на карте современных естественных и антропогенных процессов. Так, на карте были показаны стадии образования просадок, особенно стимулированных интенсивной разработкой калийных солей Старобинского месторождения. При картографировании просадок показывалась также степень заболоченности этих депрессий.

На карте выделены целенаправленно измененные и побочно преобразованные ПТК интенсивного сельскохозяй-



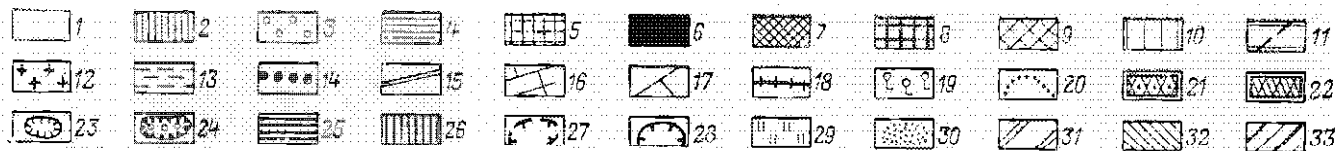


Рис. 47. Карта антропогенной перестройки ландшафтов Солигорского района Минской области (фрагмент). Составлена В. А. Суцней

Целем является изменение и преобразование природных ландшафтов интенсивного хозяйственного воздействия.

1—7 — территории ПТК, преобразованные агрохозяйственным воздействием. Природные связи радиально изменены на научной основе: 1—3 — агроландшафты, природные ландшафты, испытывающие многократные преобразования и сменяющие тип естественного биологического круговорота на аграрный, преимущественно монокультурные агрофитоценозы: 1 — длительного сменного земледелия, 2 — новосвоенные с применением севооборота, 3 — сады многолетнего земледелия; 4 — мелиоративные агроландшафты, болотные ландшафты, испытывающие мелиоративные преобразования, изменяющие тип водообмена и растительности, 5 — агроселитовые комплексы — жилые усадьбы сельской застройки, 6 — техноселитовые комплексы — значат концентрации сельскохозяйственной техники, складирования материалов и продуктов, 7 — животноводческие комплексы — фермы, скотные дворы, подсобные постройки, инженерные коммуникации;

8—18 — территории ПТК, преобразованные интенсивным инженерно-технологическим воздействием: 8 — гидропромывальные комплексы — урбанизированные застройки с густой сетью изливных и наземных коммуникаций, 9—10 — промышленные комплексы инженерно-технологических циклов производства: 9 — застройки горнорудных комбинатов, 10 — застройки вспомогательных служб и коммуникаций, 11—16 — водопромышленный комплекс — объекты, возведенные для обеспечения различных технологических циклов производства водой: 11 — водохранилища производственного назначения, 12 — долина Случи, 12 — водохранилища подсобного назначения, 13 — водоотстойник очистных сооружений, 14 — водозаборные скважины и сооружения, 15 — мелиоративные спрямляющие русла водотоков, 16 — мелиоративно-дренажные каналы; 17—18 — дорожные комплексы с различной степенью инженерного устройства: 17 — дороги для автомобильного транспорта, 18 — железные дороги с насыпным основанием;

19—20 — территории ПТК, благоустроенные для отдыха трудящих-

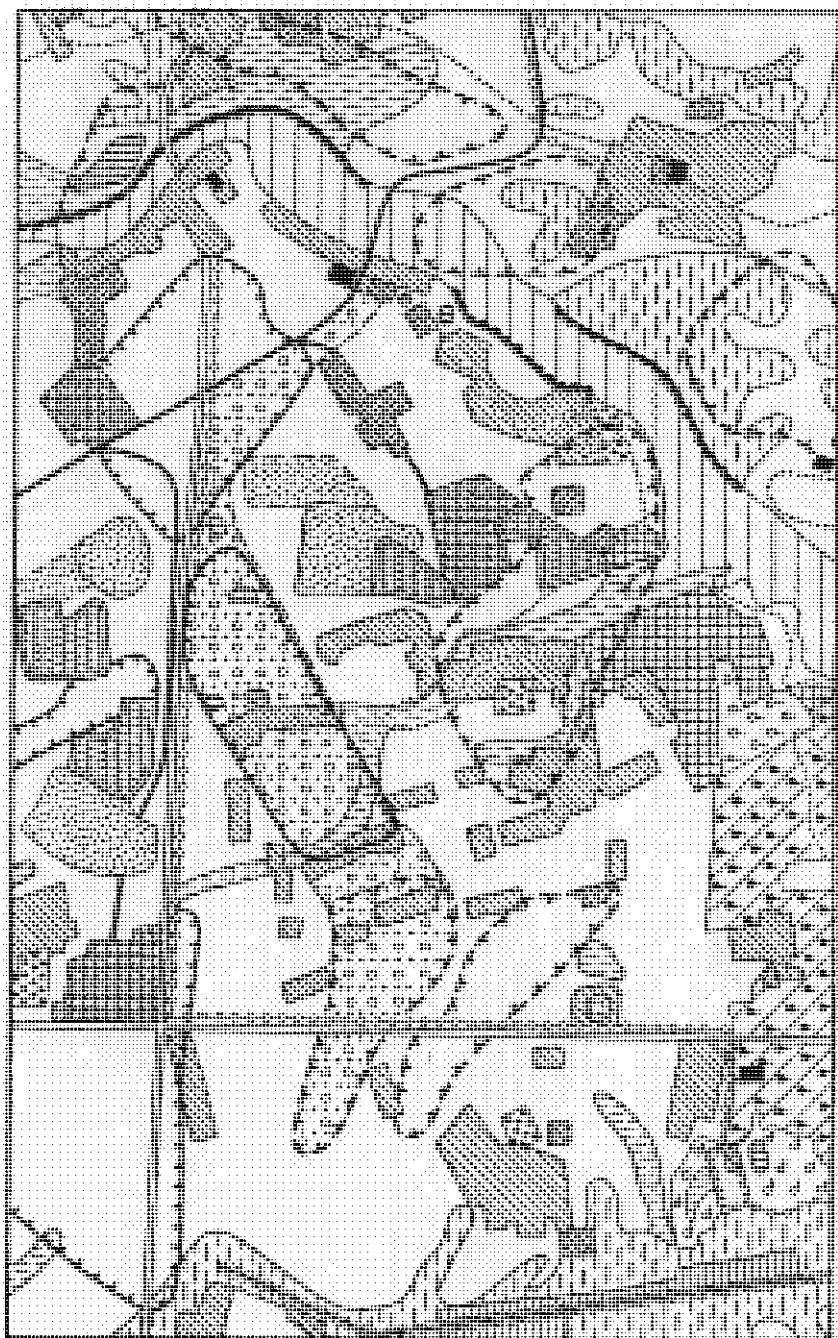
ся, — рекреационные комплексы: 19 — парк культуры и отдыха г. Солигорска, 20 — зеленая зона отдыха г. Солигорска;

21—26 — территории ПТК, иррационально преобразованные технологическим воздействием, техногенные ландшафты с нарушенным экологическим равновесием — индустриальные пустыни и антропогенные пустыни, 21—22 — горно-отвалыные комплексы: 21 — солотвалы, места складирования технологических отходов каляйного производства, грядобразные возвышения обнаженных соленосных пород, лишенные растительности, — «индустриальные пустыни»; 22 — ванны шламохранилищ — дамбированные сооружения — котлованы для хранения жидких глинистых рассолов — «индустриальные солончаки» и временные соленые озера; 23—26 — карьерно-отвалыные комплексы: места добычи и разработки полезных ископаемых открытым способом, 23 — карьерно-отвалыные пустыни, 24 — карьерно-озерный комплекс — отработанные карьеры с местным водосбором и мелкими озерами, 25 — торфяно-карьерный комплекс — донья торфопроработок, 26 — мусорно-отвалыный комплекс бытовых отходов;

27—28 — территории ПТК, измененные косвенным влиянием деятельности размещения подземных разработок продуктивных калийных горизонтов, — антропогенно-просадочный комплекс: 27 — участок развития просадок, неглубоких сухих западин в местах подработки одного калийного горизонта, 28 — участок развития активных просадок, переувлажненных и обводненных западин в местах подработки двух горизонтов;

29 — дуга-наблюдения комплекс, 30 — территории ПТК, зависящие от влияния водохранилища — подтопленные земли;

31—33 — случайно измененные природные ландшафты, изменения носят обратимый характер. Основное природное ПТК, частично антропогенной хозяйственной деятельностью отдельные компоненты: 31 — пашинно-пойменный комплекс; 32 — лесно-полянчатый комплекс; 33 — комплекс лесных массивов, слабо измененных прореживанием или рубками ухода



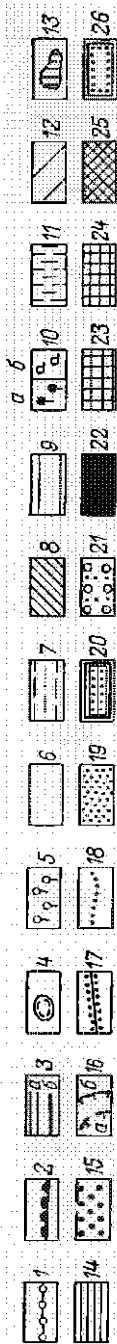


Рис. 48. Карта охраны природы Солигорского района Минской области (фрагмент). Составлена В. А. Сушкою

1—5 — законодательно охраняемые территории и природные объекты: 1 — зеленая зона г. Солигорска (усыленная санитарная и противопожарная охрана), содействие расселению людей птиц, стая и животных, особенно птиц); 2 — водохозяйственные предприятия и прибрежные защитные лесопосадки; 3 — дорожно-защитные лесопосадки вдоль: а — автодорог, б — железных дорог; 4 — памятники природы (Израшевское озеро); 5 — городской парк; 6—12 — регулирование использования природных ресурсов: 6—9 — поддержание нормального функционирования агроландшафтов; 5 — контроль за вывозом органических и минеральных удобрений, 7 — входом и контролем за механизированными ландшафтами, предупреждение дефляции пахотного горизонта на торфяниках, 8 — озеленение и благоустройство санитарных ландшафтов, 9 — регламентирование сроков нереста рыбы (с 15 апреля по 10 июня) и охота рыболовством; 10—12 — рациональное использование естественных ресурсов: 10 — организация рубок, запрет рубок главного пользования в лесах; 11 — хвойных, 12 — лиственных; 11 — регулирование выпаса; 12 — усиленная противопожарная охрана основных лесов;

ственного, индустриально-промышленного воздействия и временно выведенные из хозяйственного использования земли. Она служит надежным обоснованием для карты охраны и рационального использования природных ресурсов (рис. 47).

Карта охраны и рационального использования природных ресурсов является заключительной картой серии Солигорского аграрно-промышленного района. Составление ее выполнялось уже после создания всех карт и установления возможных изменений в связи с дальнейшим хозяйственным использованием территории. Прогноз строился в виде текстового дополнения к карте антропогенной перестройки ПТК и не имел картографического оформления. Собственно карта охраны и рационального использования природных ресурсов имеет четко выраженный рекомендательный характер.

На этой карте, построенной по установленной унифицированной легенде (см. II.4), выделены территории, нуждающиеся в абсолютной охране, регулировании использования

Таблица 45

**Негативные явления и процессы в антропогенных ландшафтах  
Солигорского района (фрагмент)**

Факторы, обусловившие развитие процесса	Вид негативных явлений и процессов
Длительное аграрно-хозяйственное воздействие	<p>Разрушение гумусового горизонта агроландшафтов при длительном сменном землепользовании; дефляция пахотного горизонта мелиоративных ландшафтов; локальные изменения химизма почв и грунтовых вод под селитебными ПТК; то же, под животноводческими постройками; то же, в местах базирования агротехнических служб и ГСМ; деградация и депрессия травостоя на лугах и пастбищах; нарушение лесных урочищ выборочными рубками; расселение сорняков в полосах отчуждения под линейные сооружения, рассадники полевых сорняков; формирование новых растительных сообществ из адвентивных и декоративных видов в полосах лесозащитных посадок вдоль магистралей, прощипывание карантинных сорняков и насекомых-вредителей</p>
Интенсивное промышленно-хозяйственное воздействие	<p>Локальное загрязнение воздуха под влиянием предприятий, концентрирующих газовыбросы в атмосферу; загрязнение поверхностных вод ввиду низкой эффективности очистных сооружений; загрязнение грунтовых и поверхностных вод под влиянием утечки промышленных отходов и ГСМ, вредных для окружающей среды; локальное загрязнение почв и вод в местах базирования предприятий техобслуживания; нарушение локального стока вод в городских комплексах; подтопление земель в зоне влияния водохранилища; нарушения почвы, растительности, рельефа, условий стока грунтовых вод на участках сооружения и эксплуатации инженерных коммуникаций</p>
Горнопромышленные разработки	<p>Отчуждение сельскохозяйственных земель под солевые отвалы и шламохранилища с нарушением рельефа и условий стока поверхностных вод; аэральное засоление в радиусе влияния высотных солевых отвалов; удаление почвенного горизонта в местах фрезерных торфоразработок; нарушение рельефа и условий стока грунтовых и поверхностных вод при отвально-карьерных разработках; оседание поверхности и образование локальных посадок в результате глубинных, шахтных подработок продуктивных горизонтов</p>



природных ресурсов и рекультивации земель, а также требующие особых защитных мер от загрязнения промышленными отходами и солями. Фрагмент карты приведен на рис. 48.

## У.2. КАРТЫ ПУСТЫНЬ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Опыт разработки методики использования космических фотоматериалов при изучении современного состояния природной среды, ее охраны и рационального использования в пределах аридных областей Средней Азии нами осуществлен на двух экспериментальных участках — Кызылкумском (или Бухарском) и Южно-Приаральском. Кызылкумский участок занимает значительную часть юго-западных Кызылкумов в пределах Бухарской области и частично восточные Заунгузские Каракумы в пределах Чарджоуской и Ташаузской областей Туркмении. Южно-Приаральский — расположен полностью в пределах Каракалпакской АССР, занимая нижнее течение Амударьи, ее древнюю и современную дельты и Юго-Восточный Устюрт.

Эти участки являются вполне репрезентативными для разработки вопросов комплексной инвентаризации природных ресурсов аридных равнинных областей. Выбор этих районов обусловлен рядом причин. Так, эти области являются одними из основных поставщиков хлопка, риса и других сельскохозяйственных культур, возделываемых в Среднеазиатском регионе, и поэтому в первую очередь нуждаются в исследованиях по изучению их природного потенциала и рекомендациях по оптимальному использованию природных ресурсов. Указанные территории являются традиционными областями животноводства и, в частности, каракулеводства, поэтому объективной необходимостью представляется изучение современного состояния пастбищ и разработка рекомендаций по их расширению и улучшению. Кроме того, эти районы, как показывают геологопоисковые работы, перспективны на нефть и газ. Эксплуатация месторождений полезных ископаемых приводит к значительным изменениям природной среды: нарушению почвенно-растительного покрова, ухудшению пастбищ, созданию искусственных форм рельефа, обеднению животного мира и т. д. Все это делает необходимым тщательное изучение всех последствий антропогенного воздействия на природу с целью прогноза дальнейших изменений.

В пределах выбранных участков отмечается большое разнообразие типов пустынь Средней Азии. Это обстоятельство позволяет распространить разработанную методику применения космических фотоматериалов на всю территорию равнинной Средней Азии и на аналогичные районы.

Немаловажным обстоятельством выбора указанных территорий является то, что они обеспечены разнообразными космическими фотоматериалами: интегральными черно-белыми, спек-

трёхзональными, цветными и многозональными снимками, полученными в разные сезоны и годы.

Общие черты природных условий выбранных участков определяются климатическими особенностями и приуроченностью к центральным частям Туранской плиты. Климат здесь резко континентальный, характеризующийся продолжительным жарким летом (средняя температура июля  $+26 - +32^{\circ}$ ) и короткой холодной зимой (средняя температура января  $-7 - -15^{\circ}$ ). Осадков мало — менее 100 мм в год, в основном осадки выпадают весной и осенью. Мощность снежного покрова составляет всего несколько сантиметров.

Грунтовые воды залегают довольно глубоко и значительно минерализованы. Гидросеть редкая. Основные водные артерии: реки Амударья и Зеравшан.

Широкое развитие палеоген-неогеновых осадочных отложений в пределах Туранской плиты способствовало формированию возвышенных и низменных пластовых равнин. В мощном чехле четвертичных отложений преобладают суглинистые, щебнисто-суглинистые и песчаные осадки. Поэтому основными типами ландшафта данных территорий являются песчаные, щебнистые, суглинистые и солончаковые пустыни и их сочетания.

Наряду с общими чертами природных условий каждый из рассматриваемых районов имеет свои характерные особенности.

Для сбора необходимого материала, позволяющего дать рекомендации по рациональному использованию природных ресурсов, составлялась серия карт природных условий и современного состояния природных ресурсов. Карты природных условий создавались на первом этапе работ и позволяли оценить особенности природной обстановки в целом и по отдельным компонентам естественных саморазвивающихся систем. Они дают возможность понять сущность структурной организации природных комплексов, определить взаимосвязи и взаимозависимости их составных частей, определить характер и тенденции их развития.

Карты современного состояния природных ресурсов дали характеристику степени антропогенной измененности компонентов ландшафта, степени нарушения естественного развития ландшафтов в целом, отражая уровень вмешательства человека в природные системы, изменения и нарушения их состояния природных объектов и тенденции в их развитии.

Комплексная карта охраны природы явилась как бы квинтэссенцией всех созданных карт вышеуказанных разделов и, закономерно вытекающая из них, обосновывает те или иные рекомендуемые мероприятия.

Конкретное содержание каждого из указанных разделов прямо зависит от природных особенностей региона. Поэтому содержание серий карт Юго-Западных Кызылкумов и Южного Приаралья несколько отличается друг от друга.

Кызылкумский участок располагается на территории Узбекской и Туркменской ССР, включающей Заунгузские и Низменные Каракумы, Юго-Западные Кызылкумы, горы Кульджуктау, а также Бухарский, Каракульский и Чарджоуский оазисы. Участок с юга на север пересекается долиной Амударьи. Здесь широко представлены разнообразные литолого-геохимические и литолого-генетические типы пустынь, начиная от каменистых пустынь низкогорий Кульджуктау и кончая древиедельтовыми равнинами Зеравшана. Территория экспериментального участка расположена в двух тектонических областях: платформенной области Туранской плиты и постплатформенной орогенной области Центрально-Кызылкумской зоны поднятий. Эти области разделяют Предкульджуктауский разлом, которому на поверхности соответствует система такыров Дарьяса. В пределах орогенной зоны сформировались низкогорья Кульджуктау и возвышенные равнины.

Большая часть территории занимает платформенную область, включающую Бухаро-Хивинскую зону [45], сложное геолого-тектоническое строение которой обусловило довольно разнообразный облик равнин. Доминирующую роль играют песчаные пустыни, различающиеся по генезису и по формам рельефа песчаных скоплений. Так, выделяются возвышенные грядово-бугристые песчаные равнины Заунгузских Каракумов, часто с кыровыми поверхностями полужавейными песками; комплексы сильно переветренных песчаных равнин, иногда с массивами барханных незакрепленных песков, и песчано-суглинистых участков и солончаков Низменных Каракумов; возвышенная пологоволнистая равнина с песчаными отложениями разной мощности и различной эоловой переработкой — комплексы песков Кызылкумов; плоская пологоволнистая песчаная равнина с комплексом небольших песчаных массивов и такыровидными участками древней дельты Зеравшана. В целом можно отметить, что почти повсеместно нашло прямое отражение в рельефе тектоническое строение территории, что особенно четко выявилось при дешифрировании космических фотоснимков.

Для участка характерно отгонное животноводство, орошаемое земледелие, а в последние время начала развиваться горнодобывающая промышленность.

Работы по созданию экспериментальной серии карт проводились в два цикла. Первоначально была проведена наземная и аэровизуальная рекогносцировка и предприняты меры для получения необходимых картографических материалов и космических фотоснимков. Затем был осуществлен весь комплекс научно-исследовательских работ по составлению экспериментальных серий карт изучаемой территории.

Состав карт Кызылкумской серии представлен в табл. 46.

Таблица 46

## Состав карт Кызылкумской серии

Природных условий (экологического потенциала)	Структурно-геоморфологическая Ландшафтная Четвертичных отложений Грунтовых вод Растительности
Современного состояния окружающей среды и антропогенного воздействия	Использования земель Антропогенной нарушенности ландшафтов Типов песков и степени их закрепленности растительностью Антропогенных изменений гидрогеологических условий Антропогенной измененности растительного покрова
Рекомендательные	Проект рекомендуемых природоохранных мероприятий

Основной картой природных условий для природоохранных целей является ландшафтная. Это обусловлено не только тем, что ландшафтная карта по сравнению с другими тематическими картами наиболее полно отражает природные особенности региона, но и тем, что при использовании материалов космической фотосъемки она является основой для составления других тематических карт.

Это связано главным образом с особенностями ландшафтного картографирования с применением космических фотоматериалов, которое коренным образом отличается от ландшафтного картографирования, проводимого традиционными методами (см. II.1).

Таблица 47

## Схема предварительной легенды к макету ландшафтной карты

Ландшафты низкогогорий		Сочетания глинистых и щебнистых пустынь	
Различно расчлененные низкогогорья	Слабоуклонные подгорные возвышенные равнины		
3 выдела	3 выдела	4 выдела	

Предварительный этап работы над ландшафтной картой завершался созданием предварительной ландшафтной схемы дешифрирования (макета карты), построение легенды которой показано в табл. 47.

При построении ландшафтной карты по космическим фотоматериалам по прямым дешифровочным признакам были выделены крупные ландшафтные единицы: низкогорья, возвышенные и низменные равнины. Первые представлены здесь фрагментарно останцово-возвышенностью Кульджуктау и отчетливо распознаются по космическим снимкам благодаря ярко выраженному рельефу и повсеместным выходам коренных скальных пород, что находит непосредственное отражение в фототоне и рисунке фотонизображения.

Дальнейшее подразделение природно-территориальных комплексов потребовало применения ландшафтного метода дешифрирования, позволившего выделить денудационные, денудационно-аккумулятивные, аккумулятивные равнины. Затем по генетическому типу, по литологии поверхностных отложений и по формам рельефа дифференцировали равнины на более мелкие таксономические ранги:

пологохолмистые слабонаклоненные, сложенные глинистыми и гравелито-глинистыми отложениями;

пологоволнистые, сложенные песчаными отложениями различной мощности, с различной эоловой переработкой;

грядово-бугристые, сложенные мощными песчаными отложениями;

пологоволнистые, сложенные песчаными и супесчано-суглинистыми отложениями;

плоские и пологоволнистые, сложенные супесчано-галечниковыми отложениями с участием небольших песчаных массивов и такыров;

плоские придолинные и дельтовые, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями;

крупные бессточные впадины;

комплекс сильно переведенных песчаных равнин с песчано-суглинистыми участками, солончаками и т. п.

Ландшафты равнинных пустынь

Песчаные пустыни		Современные долины рек	Древнедельтовые равнины песчано-суглинистые
бугристо-ячеистые пески	грядовые и высокогрядовые пески		
4 выдела	6 выделов	5 выделов	4 выдела

Использование увеличенных космических фотоснимков позволило продолжить дифференциацию ландшафтов до видов и морфологических вариантов. Подобная дифференциация проводилась также ландшафтным методом дешифрирования для выделения доминирующих урочищ, распознаваемых в основном по особенностям растительного покрова.

Полевая проверка предварительной ландшафтной схемы дешифрирования проводилась комбинированным, вертолетно-десантным и наземным методами. Она показала высокую степень достоверности камерального дешифрирования, особенно при выделении крупных таксономических ландшафтных единиц. Что касается видов и морфологических вариантов ландшафтов, то здесь был допущен ряд ошибок и неточностей. Эти ошибки объяснялись недостаточным знанием внутри- и межландшафтных взаимосвязей тех или иных природных комплексов изучаемого региона; они были исправлены в процессе полевых исследований.

Создание исходного макета карты было осуществлено на космических фотосхемах, использованных как основа для всей серии.

Ландшафтная карта составлялась параллельно с картами структурно-геоморфологической и четвертичных отложений, согласование с которыми проходило еще в период дешифрирования.

Ландшафтная карта, имеющая морфоструктурную основу, явилась базой для составления остальных покомпонентных карт (растительности, грунтовых вод, типов песков). В таком масштабе на данную территорию ландшафтная карта (рис. 49) была получена впервые.

На ландшафтной карте (см. рис. 49) выделены две большие группы природно-территориальных комплексов: ландшафты низкогорий и подгорных равнин 1—3 и ландшафты равнин 4—20. Первая группа представлена плоско- и округловершинными низкогорьями с хрящеватыми почвами на щебнисто-супесчаных элювиальных отложениях с многочисленными выходами скальных пород, занятыми разреженными полынниками с эфедрой, терескенном, бояльцем 1; подгорной наклонной, несколько расчлененной равниной со слабо бугристыми маломощными песками, суглинистыми останцами и песчано-щебнистыми сухими руслами, с серо-бурыми пустынными почвами, занятыми полынно-спигренево-злаковыми и полынными сообществами 2 и подгорной очень слабо наклонной, почти нерасчлененной равниной, сложенной супесчано-суглинистыми отложениями, с серо-бурыми почвами, занятыми разреженными полынниками с кустарниками (бояльцем, ксуреком, тас-биюргупом), местами с крупными такырами, почти лишенными растительности 3.

Природно-территориальные комплексы равнин, занимающих основную площадь участка, отраженного на фрагменте карты,

гораздо разнообразнее. Здесь выделяются ПТК денудационных и денудационно-аккумулятивных равнин 4—12 и денудационно-аккумулятивных и аккумулятивных 13—20. ПТК денудационных равнин представлены пологохолмистыми, слабо расчлененными глинистыми или гравелисто-глинистыми пустынями, иногда с маломощным песчаным покровом 4—8 и возвышенными песчаными пустынями, сложенными песчаными отложениями различной мощности и степени эоловой переработки 9—12.

ПТК глинистых и гравелисто-глинистых пустынь представлены слабохолмистыми равнинами, с глинистыми останцами и местами такырами или такыровидными солончаками, занятыми полыньником, кеуречником, боялычником, глинистыми останцами и такырами или такыровидными солончаками, почти лишенными растительного покрова 4; слабо пологовозвышенной почти не расчлененной равниной, иногда с массивами маломощных бугристых песков, занятой полыньниками в сочетании с полынно-терескеновыми, полынно-сингренскими сообществами на песках 5; пологохолмистой глинистой равниной с блюдцевидными понижениями и небольшими останцами, с комплексов боялычников и кеурековых полыньников по повышению, группировок солянок и гипсофитов по такырам и солончаковым понижениям 6; пологохолмистой возвышенной равниной с крупными солончаками по понижениям (с выходами гипсоносных глин), иногда с мелкими массивами маломощных бугристых песков, занятой полыньниками, боялычниками иногда с реамюрней по повышению, и группировками однолетних солянок по понижениям 7; пологобугристой песчанистой равниной с небольшими такыровидными участками с сингренскими полыньниками на песках и единичными экземплярами боялыча и кеурска по такырам 8.

Песчаная пустыня представлена различными по рельефу и растительности природно-территориальными комплексами. Здесь различаются барханно-грядовые и грядово-ячеистые слабо закрепленные пески с единичными экземплярами псаммофитов 9; комплексы бугристых и бугристо-ячеистых закрепленных и слабо закрепленных песков с полынными смешанносаксаульниками 10; грядово-бугристо-ячеистые и мелкобугристые пески с комплексом полынных сингренников и джужгунов 11; слабо бугристые маломощные пески с полынными саксаульниками по буграм и кеуречниками по плоским понижениям 12.

Природно-территориальные комплексы денудационно-аккумулятивных и аккумулятивных равнин также достаточно разнообразны. Так, в пределах этих ландшафтов выделяются пологоволнистая супесчано-суглинистая равнина с такыровидными участками и мелкими песчаными массивами с полыньниками в сочетании с сингренем по пескам и боялычем и кеуреком по суглинистым участкам 13; крупные бессточные впадины, в пре-

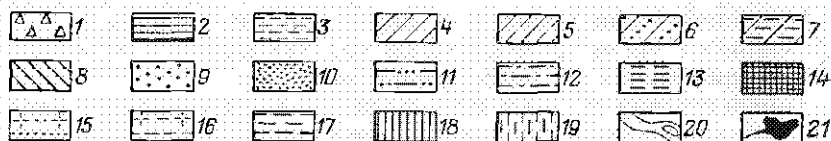
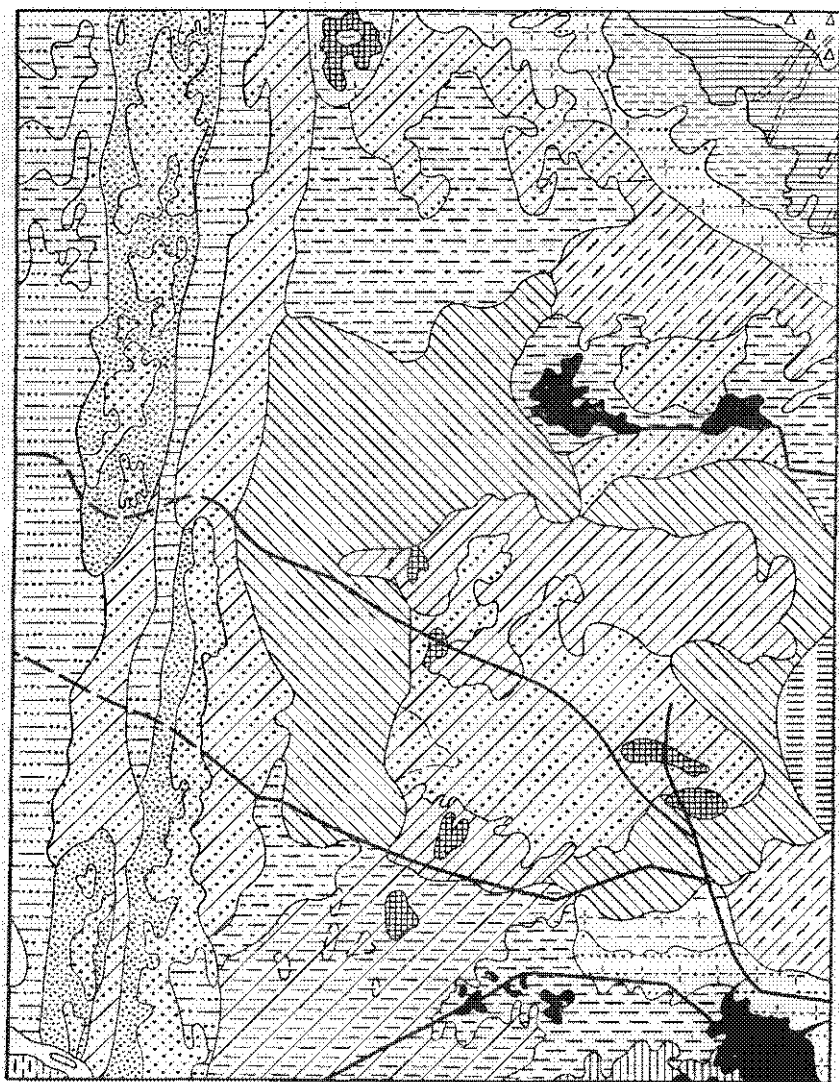


Рис. 49. Ландшафтная карта Юго-Западных Кызылкумов (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

1-3—ландшафты низкогорий и подгорных равнин: 1—плоско- и округловерхи́нные низкогорья с хрящеватыми почвами на щебнисто-суглинистых элювиальных отложениях.



дслах которых выделяются пухлые (сульфатные) и такыровидные солончаки с комплексом группировок кермека, поташника, шведок, полыни 14 и мокрые или корковые (хлоридные) солончаки с поясными комплексами сообществ сарсазана, поташника, иногда шведок и кермека по периферии 15. К аккумулятивным природно-территориальным комплексам относится также плоская, местами очень слабо пологоволнистая равнина, сложенная супесчано-галечниковыми и супесчано-суглинистыми отложениями, иногда с небольшими такырами и маломощными песчаными скоплениями. В пределах этой равнины выделяются плоские местами долинообразные участки, преимущественно такыровидные, переметанные мелкобугристыми песками, частично закрепленными полыньниками с боялычем и кеурском, местами встречаются группировки адрасана и верблюжьей колючки 16;

с многочисленными выходами скальных пород, занятые разреженными полыньниками с эфедрой, терескемом, боялычем, 2 — подгорная наклонная, несколько расчлененная равнина со слабо бугристыми маломощными песками, суглинистыми останцами и песчано-щебнистыми сухими руслами, с серо-бурыми пыльными почвами, с пыльно-синегреново-злаковыми и пыльными сообществами, 3 — подгорная, очень слабо наклонная, почти нерасчлененная равнина, супесчано-суглинистая с разреженными полыньниками с боялычем, кеурском, тас-обюргуном, местами такыровидная, с крупными такырами, почти лишенными растительности;

4—12 — ландшафты денудационных и денудационно-аккумулятивных равнин: 4—8 — пологохолмистые, слабо расчлененные глинистые или гравелисто-глинистые равнины, иногда с маломощным песчаным покровом, 4 — слабо холмистая с глинистыми останцами и местами такырами и такыровидными солончаками равнина с пыльным, кеурчником и боялычком, на такырах — почти без растительного покрова, 5 — слабо пологоволнистая, почти нерасчлененная равнина, гравелисто-супесчано-суглинистая, иногда с массивами маломощных бугристых песков, занятая пыльными в сочетании с пыльно-терескемовыми и пыльно-синегреновыми сообществами на песках, 6 — пологохолмистая глинистая равнина с блюдцевидными понижениями и небольшими останцами, с комплексом боялычков и кеурчковых пыльников на повышениях, группировок солянок и гипсофитов по такырам и солячачовым понижениям, 7 — пологохолмистая возвышенная равнина с крупными солончаками по понижениям (с выходами гипсоватых глин), иногда с массивами маломощных бугристых песков, занятая пыльными, боялычком, иногда реамюрником — на повышениях, группировками одолетных солянок — по понижениям, 8 — пологобугристая песчаная равнина с сингренными пыльными и небольшими такыровидными участками с единичными экземплярами боялыча и кеурека, 9—12 — асанышная пологохолмистая равнина с песчаными отложениями разной мощности и различной дозой переработки: 9 — бархано-трибонные и трибончестые слабо закрепленные пески с единичными экземплярами псаммофитов, 10 — комплекс бугристых и бугристо-чечестых закрепленных и слабо закрепленных песков с пыльными смешанно-саксаулыными, 11 — трибончестые и слабо бугристо-чечестые и мелкобугристые пески с комплексом пыльных сингренников и участком джузгунов, 12 — слабо бугристые маломощные пески с пыльными саксаулыными по буграм и кеурчниками по плоским понижениям; 13—20 — ландшафты денудационно-аккумулятивных и аккумулятивных равнин: 13 — пологоволнистая и супесчано-суглинистая равнина с такыровидными участками и песчаными массивами с пыльными в сочетании с сингреном по пескам и боялычем и кеурком — по суглинистым участкам; 14—15 — крупные бессточные впадины и понижения: 14 — пухлые (сульфатные) и такыровидные солончаки с комплексом группировок кермека, поташника, шведок, полыни, иногда слабо переметанные песками, 15 — мокрые или корковые (хлоридные) солончаки с поясными комплексами сообществ сарсазана, поташника, иногда шведок и кермека по периферии; 16—20 — плоская, местами очень слабо пологоволнистая равнина, супесчано-галечниковая и супесчано-суглинистая, иногда с большими такырами и маломощными песчаными скоплениями: 16 — плоская местами долинообразная равнина, преимущественно такыровидная с участком мелкобугристых закрепленных песков с пыльными в сочетании с боялычем и кеурком, местами с группировками адрасана и верблюжьей колючки, 17 — пологоволнистая песчаная и супесчано-галечниковая равнина с пыльно-кустарниковыми (курчанка, боялыч, терескем) сообществами, 18 — плоская, долинообразная равнина с комплексом такыров и опесчаненных участков с группировками черного саксаула, тамариксов, ак-баши, иногда с эфедрой, зарослями верблюжьей колючки, 19 — слабо наклонная, почти плоская супесчано-суглинистая равнина с комплексом боялычков и кеурчников с наветренными мелкими барханными песками с единичными солячками, 20 — пойма и терраса реки; современная пойма с комплексом песчаных отмелей и островов с сочетаниями тамариксо-туранговых тугаев, джанглей, солодовых сообществ с участком верблюжьей колючки и иногда солянок; 21 — озера, реки, каналы.

пологоволнистые песчаные и супесчано-галечниковые участки с полынно-кустарниковыми (курчавкой, боялычем, терескеном) сообществами 17; плоские долинообразные участки с комплексом такыров и мелких песчаных массивов с доминированием сообществ фреатофитов — черного саксаула, тамарикса, акбаша, иногда зейдличников или зарослей верблюжьей колючки 18; слабо наклонная почти плоская супесчано-суглинистая равнина с комплексом боялычников и ксуречников и единичных солянок по навешанным мелким песчаным скоплениям 19; современная пойма и низкая терраса с комплексом песчаных отмелей и островов, занятых сочетаниями тамариксо-тураиновых тугасов, джангилей, солодковых сообществ с участием верблюжьей колючки и иногда солянок 20.

На базе ландшафтной карты при непосредственном дешифрировании космических фотоматериалов (преимущественно увеличенных снимков) была составлена карта антропогенной нарушенности ПТК с отражением степени и характера изменений природных компонентов в связи с хозяйственной деятельностью (рис. 50).

Карта антропогенных природно-территориальных комплексов (см. рис. 50) отражает распространение различно измененных ПТК, как по всей площади, так и локально. Для выявления степени и характера антропогенно измененных ПТК выделяются естественные, почти не измененные 1, малоизмененные — малопродуктивные пастбища суглинистых и супесчано-суглинистых пустынь 2, слабоизмененные выпасом среднепродуктивные пастбища песчаных пустынь 3, среднеизмененные — измененные выпасом и техногенным вмешательством среднепродуктивные пастбища песчаной пустыни 4, среднеизмененные — подтопленные в результате сброса поливных вод средиспродуктивные пастбища суглинисто-супесчаных пустынь 5, среднеизмененные культурные — естественные посадки черного саксаула 6, сильно измененные — сильно подтопленные в результате сброса поливных вод мало- и среднепродуктивные пастбища 7, сильно измененные культурные ПТК — населенные пункты с искусственными посадками 8, необратимо измененные — заполненные водой солончаковые депрессии 9. Среди локально измененных комплексов выделяются участки с нарушенным и частично уничтоженным почвенно-растительным покровом вдоль линейных сооружений 10, приколodeзные участки с уничтоженным растительным покровом 11.

На карте показаны границы природно-территориальных комплексов, локальных участков неравномерно измененных комплексов 12, реки и каналы 13.

Карта генетических типов четвертичных отложений помимо генезиса и возраста отложений достаточно детально отражает литологический состав почво-грунтов, что представляет несомненный интерес для инженерно-геологического обоснования

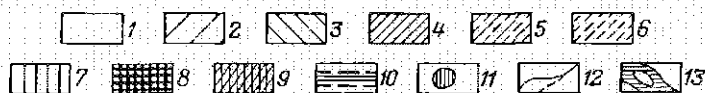
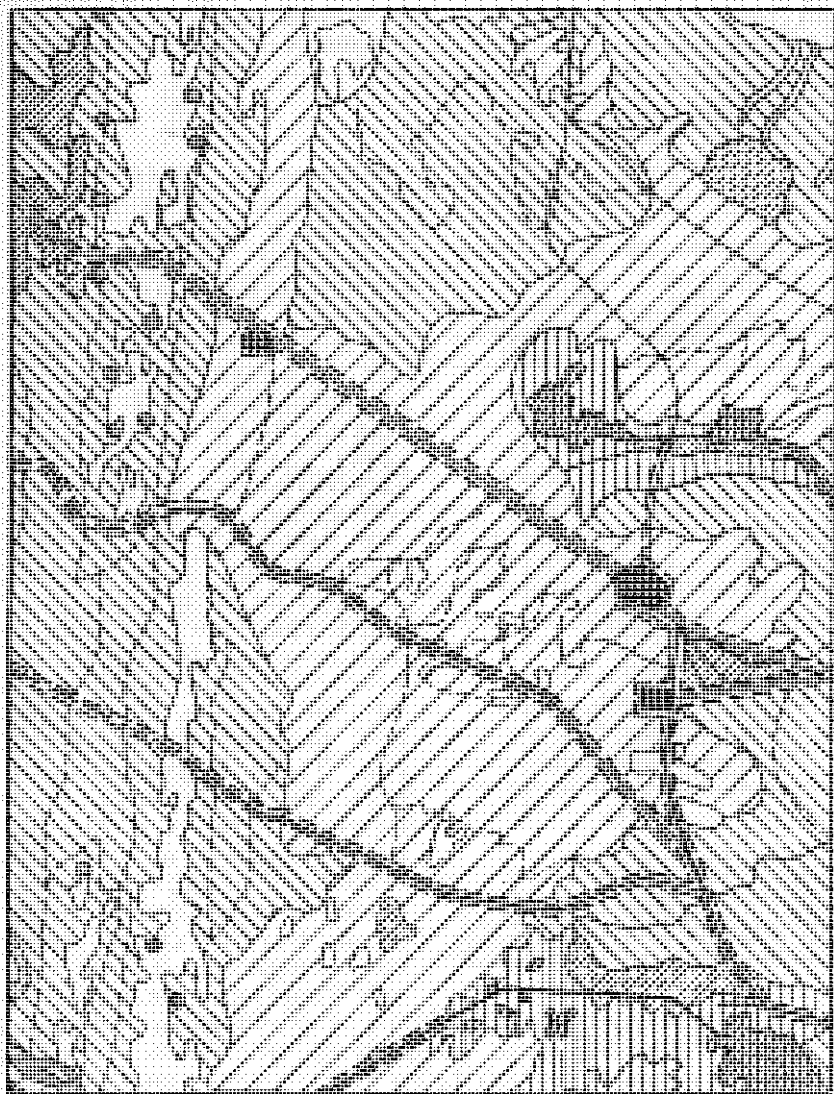


Рис. 50. Карта антропогенных ПТК Юго-Западных Кызылкумов (фрагмент).  
Составлена С. В. Скатерщиковым

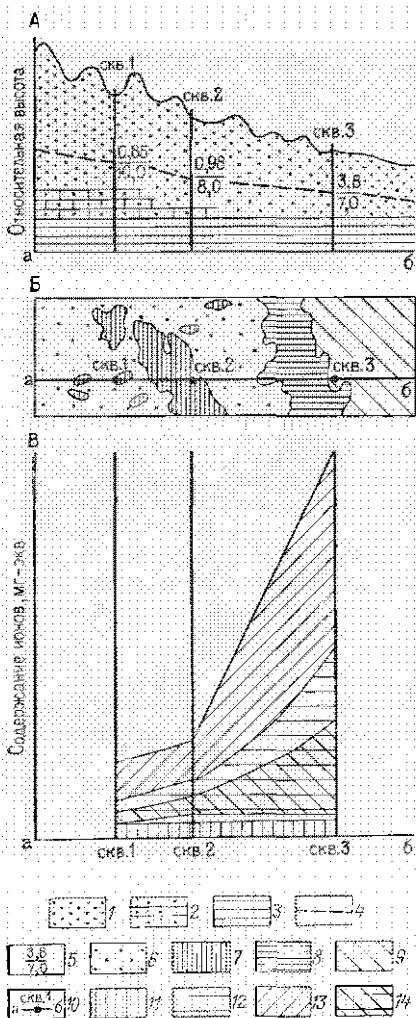


Рис. 51. Ландшафтно-гидрогеологический профиль зоны разгрузки вод подпесчаной линзы Юго-Западных Кызылкумов. Составлен Е. А. Востковой

строительства транспортных сооружений, промышленных объектов и жилищ.

Большое значение для аридных районов имеет карта грунтовых вод с указанием участков расположения пресных подземных вод. При дешифрировании особо отмечались массивы барханных и барханно-грядовых, не заросших растительностью песков, представляющих интерес в качестве потенциальных областей формирования линз пресных вод. Эти пески особенно четко прослеживаются по космическим снимкам, на которых имеют не только характерный сыптый фототон, но и типичный рисунок фотоизображения. Такие массивы выделяются как в восточной части Туркмении, так и в Юго-Западных Кызылкумах. Так выделяется субмеридиональная полоса незакрепленных растительностью песчаных массивов, начинающаяся в Низменных Каракумах песками Джи-

ликум и распространяющаяся на правобережье Амударьи в пределах Юго-Западных Кызылкумов относительно узкими грядами, с шириной от 5 до 12 км. Эти массивы, располагаясь кулисообразно, протягиваются в меридиональном направлении от Амударьи (пески Якочега) к северу почти до отрогов останцовых возвышенностей Кульджуктауской зоны. Массивы эти являются аккумуляторами грунтовых вод.

Представленный на рис. 51 профиль зоны разгрузки вод песчаной линзы Кызылкумов состоит из А — собственно ландшафтного профиля, Б — трансекта вдоль линии профиля, составленного по схеме дешифрирования дискретного цветокоди-

рованного изображения, увеличенного в 10 раз, В — гидрохимического профиля, составленного по данным гидрохимического опробывания вод, вскрытых буровыми скважинами.

На ландшафтном профиле А показаны пески 1, песчаники 2, глины 3, а также уровень грунтовых вод 4 и данные скважин бурения на воду 5: в знаменателе — глубина залегания грунтовых вод в метрах, в числителе — общая минерализация воды в г/л.

На трансекте Б линия профиля пересекает грядово-бугристые пески, почти лишенные растительности 6, полого-бугристые межгрядовые понижения с разреженным смешанносакульником 7, полого-бугристые окраины массивов грядовых песков, занятых сообществом черного саксаула с солянками и полынью 8, пологовопустую опесчаненную равнину с полынными и полынно-сингренными сообществами 9. На трансекте указаны места расположения скважин 10.

На гидрохимическом профиле В штриховкой показано распределение ионов: гидрокарбонатов 11, сульфатов 12, хлоридов 13, магния 14. Полоса, расположенная выше условного знака магния, содержит ионы кальция, ниже — натрия и калия.

Несомненный интерес для карты грунтовых вод представляет также определение границ древней дельты Зеравшана, в пределах которой распространены постепенно засоляющиеся грунтовые воды аллювиальных отложений, питаемые водами реки (рис. 52).

Карта грунтовых вод (см. рис. 52) отражает глубины залегания и минерализации вод. Более детально показаны уровни неглубокозалегających грунтовых вод; для более глубоко залегających вод выбрали большие интервалы. Так, интервалы глубины залегания уровня грунтовых вод составляют 1 от 0,5 до 3 м, 2 от 3 до 5 м, 3 от 5 до 10 м, 4 от 10—15 до 20—25 м, 5 от 15—20 до 30 м.

Глубина залегания спорадически распространенных грунтовых вод от 6 от 0,5 до 3—5 м, 7 от 5 до 10 м, 8 от 10—15 до 20—25 м и 9 от 15—20 до 30 м. Для минерализации грунтовых вод выбраны следующие градации: пресные с общей минерализацией до 1,0 г/л 10; пресные и слабо солоноватые 1,0—3,0 г/л 11; слабо солоноватые и солоноватые 3,0—5,0 г/л 12; соленные с минерализацией 5,0—10,0 г/л 13; соленные, горько-соленные и рассолы с минерализацией более 10,0 г/л 14.

На карте грунтовых вод (см. рис. 52) помимо глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод выделены: обводненные зоны разгрузки артезианских вод, предположительно обусловленные структурно-тектоническими факторами 15; практически безводные отложения (выходы на поверхность водопорных гипсоносных или мергелистых глин меловых или палеогеновых отложений), иногда перекрытые маломощным песчанощебнистым или гравелистым плащом элювиальных отложений

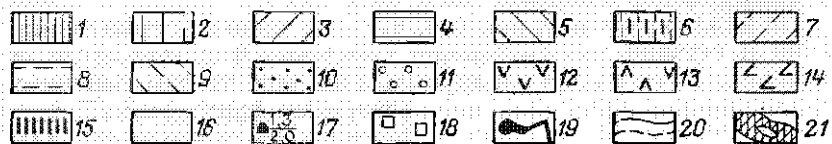
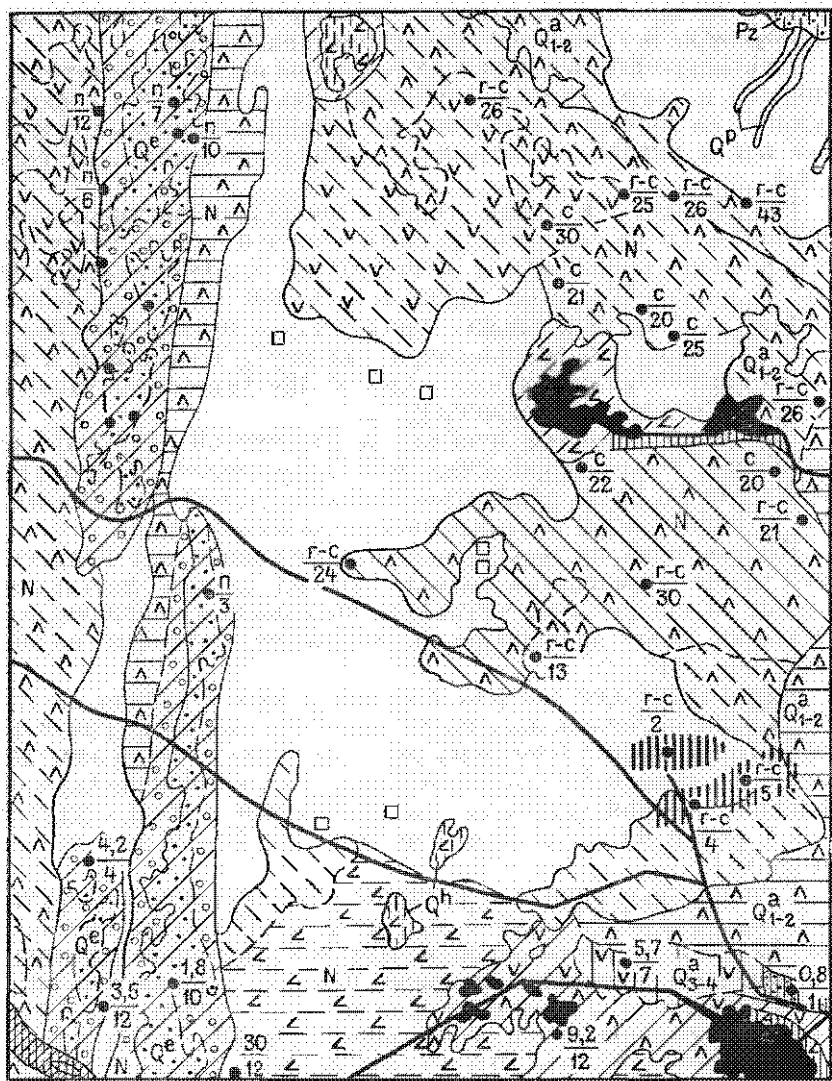


Рис. 52. Карта грунтовых вод Юго-Западных Кызылкумов (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

16. Условными знаками показаны колодцы и буровые скважины, вскрывшие грунтовые воды 17, рядом с этим знаком приводятся обобщенные сведения о глубине залегания уровня грунтовых вод (в м) в знаменателе и о минерализации воды — в числителе. Характеристика минерализации воды приведена в г/л или условно буквенными обозначениями: «п» — воды пресные; «с» — соленые; «г» или «г—с» — горько-соленые. Кроме того, указаны временные мелкие водохранилища 18 поверхностных вод, озера и каналы 19, реки 21, а также границы 20 — сплошная линия между водоносными комплексами; пунктирная — между участками распространения вод различной минерализации или глубины залегания в пределах одного водоносного комплекса. Водоносные комплексы грунтовых вод обозначены индексами: Рз — грунтовые воды трещинного и трещинно-карстового типа зон трещиноватости метаморфических и рыхлых карбонатных пород палеозоя; N — грунтовые воды в мелкозернистых песках и слабо сцементированных песчаниках с прослоями конгломератов неогеновых отложений;  $Q^{a_{1-2}}$  — грунтовые воды в песках и супесях древнеаллювиальных отложений;  $Q^{a_{3-4}}$  — грунтовые воды в песках современных аллювиальных отложений;  $Q^p$  — грунтовые воды спорадического распространения в песках и галечниках аллювиально-пролювиальных отложений сухих русел;  $Q^l$  — грунтовые воды линзового типа в песках эоловых отложений;  $Q^h$  — грунтовые воды в илах и засоленных супесях солончаковых отложений.

Подсобные карты — антропогенного изменения гидрогеологических условий и районирования грунтовых вод — позволят уточнить влияние крупных оазисов на режим и динамику грунтовых вод, установить участки, где подток слабоминерализованных вод со стороны оазиса наиболее значителен. Эти карты могут способствовать решению вопроса обводнения пустынных пастбищ за счет местных вод.

Карта использования земель отражает современную структуру хозяйства, основные его направления. Широкое развитие отгонного животноводства на этой территории обуславливает особое внимание, уделенное картам растительного покрова (рис. 53) и его изменениям под влиянием деятельности человека.

На карте современной растительности (см. рис. 53) выделены растительные сообщества низкогорий 1 и равнин 2—6. Для равнин приводятся сочетания экологически различных фитоценозов. Так, выделены сочетания разреженных группировок и сообществ псаммофитов 2, комплекс псаммофитов и пелитофитов 3, хасмофитов, пелитофитов и гипсофитов с участием псаммофитов 4, комплексы сообществ галофитов 5, сочетания и комплексы сообществ фреатофитов 6. На карте показаны антропогенные изменения и нарушенность растительного покрова: искусственные посадки черного саксаула 7, придорожные посадки кустарников 8, изменения растительности в связи с выпа-

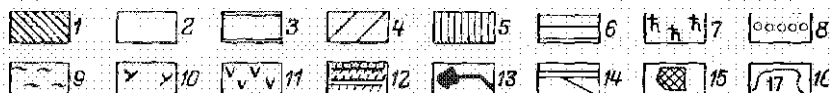
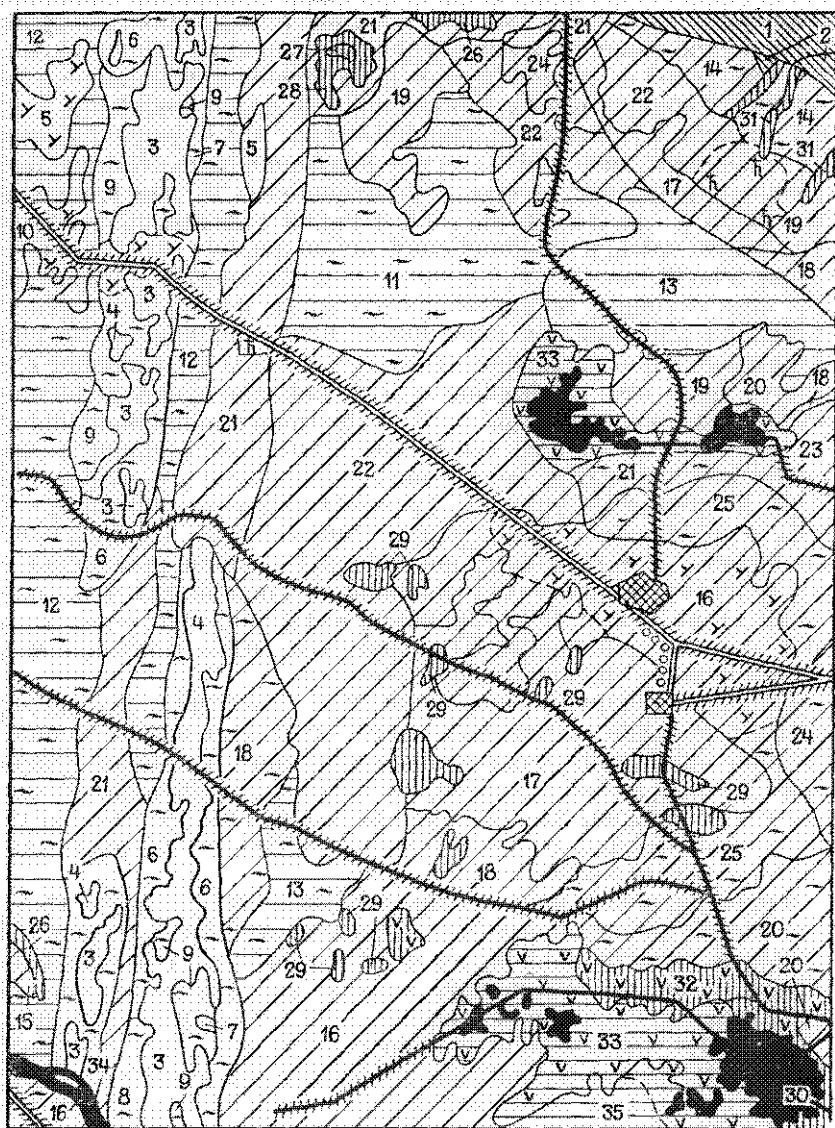


Рис. 53. Карта современной растительности Юго-Западных Кызылкумов (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой



сом — пасторальная депрессия, не приведшая к смене растительных сообществ 9, но вызвавшая сукцессионные смесы псаммофильной растительности и местами приведшая к замене естественных растительных сообществ рудеральными группировками 10; гидрогенные экологические сукцессии, приведшие к преобладанию фреатофитов 11, локальные техногенные регрессивные сукцессии, преимущественно вдоль линейных сооружений 12; участки с уничтоженным спонтанным растительным покровом в результате формирования искусственных озер 13. На карте также показаны дороги 14, населенные пункты и промышленные комплексы 15, являющиеся важными факторами формирования современной растительности; границы и номера геоботанических выделов 16 и границы антропогенных изменений растительного покрова. Цифрами на карте обозначены растительные сообщества, их сочетания и комплексы: 1 — разреженные полынные с участием группировок эфедры, терескена, боялыча, местами с участием мятлика; 2 — разреженные группировки гипсофитов (шведок, галимок немисов, парнолистников); 3 — единичные экземпляры сюзена; 4 — единичные экземпляры кандымов и белого саксаула; 5 — разреженные кандымовые белосаксаульники; 6 — джугузунники, иногда с боялычем курчавкой, и полынями; 7 — черкезники с участием саксаулов и кандымов; 8 — сингренники в сочетании с полынно-терескеловыми сообществами, иногда с курчавкой и боялычем; 9 — смешанносаксаульники с участием кандымов; 10 — сочетание злаковых белосаксаульников по буграм и боялычников по понижениям; 11 — комплекс полынных белосаксаульников по буграм и сочетания южнополынных с кеуречниками по понижениям; 12 — комплекс полынных джугузунников, боялычников и южнополынных; 13 — комплекс сингренников, южнополынных и боялычников; 14 — тас-бикюргунники с полынью и боялычем; 15 — группировки гипсофитов (парнолистника, боялыча и др.); 16 — комплекс боялычников и кеурековых полынных; 17 — боялычники; 18 — кеуречники; 19 — полынные кеуречники с боялычем и изредка с саксаулом; 20 — южнополынные с боялычем, курчавкой, терескеном; 21 — южнополынные, иногда с кеуреком; 22 — комплекс южнополынных, боялычников и группировок однолетних солянок на почти лишенных растительности такырах; 23 — злаковые полынные с ферулой; 24 — комплекс полынных и сингренников; 25 — комплекс южнополынных и сингренников по буграм, боялычевых кеуречников по понижениям; 26 — комплекс полынников и боялычников, иногда с черпосаксаульником с дерезой и кермеком; 27 — сочетание группировок поташника, сарсазана и полынно-боялычевых и боялычево-кермековых сообществ; 28 — сочетание боялычево-полынно-кермечников с парнолистником и группировки однолетних солянок и шведок; 29 — группировки однолетних солянок и шведок; 30 — разреженные группировки кермека и парнолист-

ника, иногда с сарсазаном и поташником; 31 — разреженные группировки солянок с тамариксом и черным саксаулом; 32 — сарсазанники, иногда с тамариксами; 33 — сочетания тамариковых сообществ и тростниково-солянковых; 34 — сочетания турангово-лоховых тугаев и джангилей, иногда с ажреком и верблюжьей колючкой; 35 — группировки однолетних солянок, верблюжьей колючки и адраспана.

Важное значение для изучения пастбищ имеет также карта типов песков, отражающая степень закреплённости песков растительностью. Песчаные пустыни обладают наиболее благоприятными условиями для развития растительности как травянистой, так и древесно-кустарниковой. Они дают ценный подножный корм при отгонном скотоводстве, поэтому охрана растительного покрова от разрушения является важной народнохозяйственной задачей. Уничтожение растительного покрова, происходящее во время промышленного и дорожного строительства, перевыпаса и других нерациональных действий человека, приводит к усилению эрозионной деятельности. Из разрыхленных горизонтов выдуваются легкие пылеватые частицы и формируются язвы выдувания, котловины дефляции, что приводит к образованию поднижных песков (от одиночных барханов до крупных массивов), к сокращению пастбищных и посевных площадей. Поэтому необходимо вести контроль за состоянием осваиваемых территорий, за составом и степенью нарушенности растительного покрова, чтобы изучить динамику природных процессов в пустынной зоне и разработать рекомендации по охране природы этих территорий.

Современное состояние эоловых образований восточной части Каракумов и Юго-Западных Кызылкумов получило отражение на карте типов песков. То, что изображаемая на космическом снимке территория зафиксирована в одних и тех же временных условиях, делает дешифровочные признаки типов песков стабильными. Трудность заключается в проведении границ между ними, так как переход одного типа песков в другой очень плавный, постепенный. В связи с чем применялось дешифрирование дискретных цветокодированных изображений. Преобразованные снимки дали возможность более тщательно разделить различные типы песков, различающиеся как по степени закреплённости растительностью, так и по формам рельефа. На рис. 54 приведена схема дешифрирования типов песков одного из массивов Юго-Западных Кызылкумов, выполненная как по обычным черно-белым увеличенным отпечаткам, так и по дискретным цветокодированным изображениям.

На карте выделяются не только типы песков, различающихся по формам рельефа и по мощности эоловых отложений, но и сочетания песчаных массивов с солончаками, такырами и суглинистыми понижениями, песчаный покров которых различен, но преобладают маломощные образования. В качестве пе-

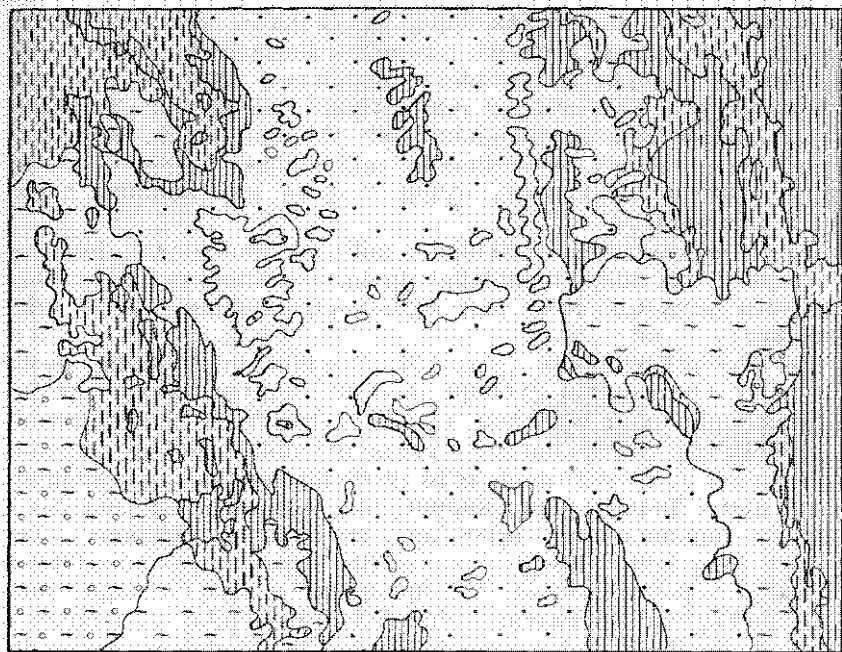


Рис. 54. Распределение растительности в песках Юго-Западных Кызылкумов. Фрагмент схемы дешифрирования дискретного изображения. Составлена Е. А. Востоковой

1 — барханные пески, почти лишенные растительности, 2 — единичные экземпляры кустов на грядово-бугристых обмороженных песках (покрытие менее 5 %); 3 — илаковый белосаксаульник на грядово-бугристых песках (покрытие 60—80 %); 4 — илаковый белосаксаульник в сочетании с группировками пионеров-псаммофитов на участках с нарушенным илаковым покровом; 5 — смешанносаксаульники, с преобладанием черного саксаула по крупным депрессиям и по окраине песчаного массива; 6 — смешанносаксаульники, сильно антропогенно нарушенные

реходных от чисто песчаных образований к территориям, лишенным песка, рассматриваются гравийно-галечниковые равнины с отдельными скоплениями песков. По степени закреплённости растительностью различаются пески на слабозакрепленные, полужакрепленные, закреплённые и с незакрепленными вершинами.

Карты, отражающие современное состояние природных условий территории и антропогенных изменений ПТК, позволили составить комплексную карту рекомендуемых природоохранных мероприятий. Построена с учетом результатов экологического прогноза, объективно отражает наиболее целесообразные мероприятия по охране и рациональному использованию территории. На карте выделены участки, требующие абсолютной охраны от

антропогенного воздействия, — это уникальные тугайные леса в долине Амударьи, а также крупные песчаные массивы незакрепленных песков, являющиеся областями питания пресных подземных вод подпесчаных линз. Такие массивы не рекомендуется закреплять растительностью. Однако пески, подвергшиеся интенсивному техногенному нарушению растительности, следует фитомелиорировать путем подсева или посадки деревьев и кустарников.

Особо выделяются территории, которые необходимо рекультивировать, так как в настоящее время они выведены из хозяйственного использования или используются недостаточно эффективно.

На фрагменте карты (рис. 55) показаны территории, нуждающиеся в различной степени защиты, регулирования использования природных ресурсов или мелиорации. К территориям, нуждающимся в абсолютной охране от любых антропогенных воздействий 1, отнесены области питания пресных вод подпесчаных линз. Значительные территории нуждаются в регулировании и рациональном использовании эксплуатируемых природных ресурсов. Это регулирование выпаса на пастбищах отгонного животноводства 2, рациональная эксплуатация древесно-кустарниковой растительности 3, в частности, регулирование вырубок и выпаса в саксаульниках и тугаях; организация рыболовно-охотничьих хозяйств 4 на вновь сформированных озерах. Среди территорий, нуждающихся в мелиоративных мероприятиях выделяются большие по площади участки, где целесообразно проведение фитомелиорации пастбищ как песчаных 5, так и гипсовых 6. Значительно меньшие площади занимают участки, пригодные для расширения колодезной сети 7 или постройки временных водоемов 8 для обводнения пастбищ. Мелиоративных мероприятий, в частности озеленительных работ и фитомелиорации, нуждаются населенные пункты и линейные инженерные сооружения, где целесообразно создание лесо-кустарниковых полос 9.

Локально расположены участки, нуждающиеся в рекультивации. Здесь выделяются участки, пригодные после рекультивации для расширения пахотных земель или создания защитной приозисной парковой зоны 10, участки, пригодные для рекреационного использования и создания зон отдыха 11. Восстановление растительного покрова требуется на приколодезных участках 12.

На карте площадными условными знаками также показаны участки, где необходимы защитные мероприятия от возможного загрязнения бытовыми или промышленными стоками 14. Некоторые природно-территориальные комплексы считается пока нерациональным рекультивировать в виду их малоценности, с одной стороны, и трудоемкости, с другой. К ним отнесены некоторые солончаки и бэдленд 13.

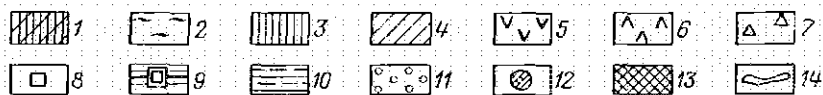
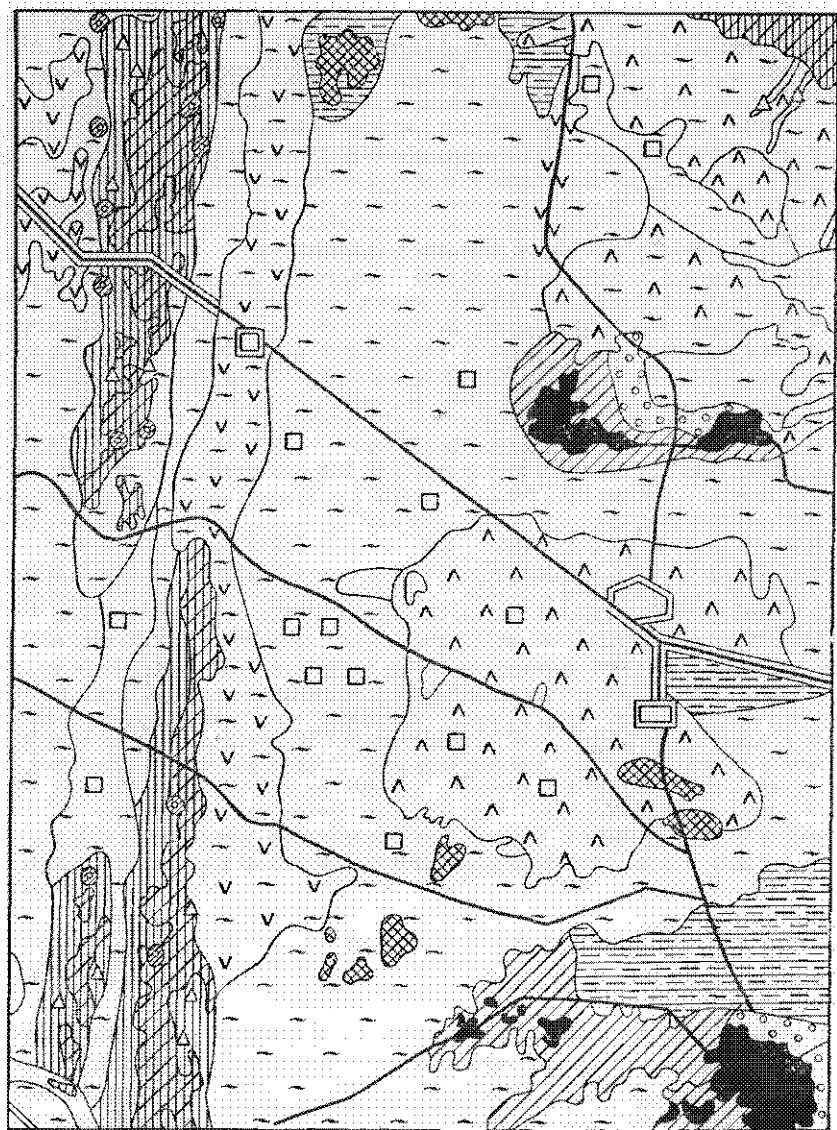


Рис. 55. Карта рекомендуемых мероприятий рационального использования и охраны природных ресурсов Юго-Западных Кызылкумов (фрагмент). Составлена Е. А. Востоковой

Вся серия карт рассчитана на использование в проектных и научно-исследовательских организациях. Но четыре из них, комплексно отражающие современное состояние природных ресурсов — ландшафтная, антропогенной нарушенности ПТК, использования земель и рекомендуемых природоохранных мероприятий, могут быть использованы непосредственно планирующими органами.

#### У.2.2. Серия карт Южного Приаралья

Южное Приаралье представляет собой равнину с абсолютными отметками, не превышающими 250 м. Вся область является частью Туранской плиты, не испытывавшей длительное время дифференциации в тектоническом плане. Лишь движения в неогеновое время привели к разделению территории на такие крупные геоморфологические районы, как плато Устюрт, возвышенная песчаная равнина Кызылкумы, испытывающие по сей день медленные поднятия, и низменные равнины областей длительной аккумуляции, представленные древними и современными дельтами р. Амударьи (рис. 56).

Структурно-денудационное плато Устюрт, бронированное карбонатными породами, покрыто тонким плащом супесчано-щебнистых отложений и отличается чрезвычайной равнинностью. Монотонный характер его плоской поверхности лишь местами нарушается отдельными впадинами, приуроченными к тектоническим структурам или пологим перегибам. Небольшие впадины обычно образованы на антиклинальных структурах и увеличиваются за счет флювиально-дефляционных процессов. Они имеют довольно крутые склоны и неровные наклонные днища. Крупные бессточные впадины, к которым относится сор Барсакельмес, представляют собой неглубокие плоскодонные хемогенно-озерные понижения на синклиналиных прогибах. Для этой территории характерен чрезвычайно однообразный набор растительности: бияргуново-полынные сообщества на поверхности плато и галофильные карабараково-сарсазановые во впадинах.

Песчаная пустыня Табакумы — скульптурно-денудационная древняя аллювиальная равнина, с плиоценового времени подвергающаяся эоловой переработке и в настоящее время перекрытая бугристо-грядовыми останцами. Пески закреплены кандымово-селитрянково-илаковыми сообществами.

Наибольшие площади в Южном Приаралье занимают аккумулятивные супесчано-суглинистые и суглинистые равнины. Это озерные, древние и современные, аллювиально-дельтовые с комплексом форм дельтового рельефа, озерно-аллювиальные и морские равнины. В целом территория характеризуется слабой расчлененностью, большим однообразием плоских и слабоволнистых поверхностей, где лишь местами встречаются небольшие



Рис. 56. Низовье и дельта Амударьи. Космический снимок, выполненный с ДОС «Салют-4»

массивы бугристых, а в приморских областях и барханных песков, а также единичные останцовые возвышенности мел-палеоген-неогенового возраста. В зависимости от обводненности, засоленности территории, а также литологического состава подстилающих отложений набор видов растительности, характерной для супесчано-суглинистых равнин, сильно варьирует. Наиболее распространены в пределах озерных равнин саксаулово-тамариковые сообщества, озерно-аллювиальных равнин — черно-саксаулово-карабараковые и солянковые сообщества, аллювиально-дельтовых — карганово-тамариковые и карабараковые и морских — поташниково-сарсазановые с участием тамарикса. Основной водной артерией является Амударья.

Интенсивно мигрируя вдоль южного побережья моря, Амударья быстро заполняла наносами внутренние водоемы дельты, способствуя активной смене гидроморфного режима природных комплексов на автоморфный. За последние 20 лет река, образовав конус выноса главного русла (Акдарью), формирует двумя рукавами современную дельту, хотя темпы ее роста значительно снизились. Большую часть материала река наносит во время весенне-летних паводков в период таяния ледников в истоках — в горах Памиро-Алтая; осенью и зимой речной сток резко сокращается, лишь маловодный поток доходит до моря. Характерной особенностью описываемой территории являются большие антропогенные изменения, произошедшие здесь с начала семидесяти годов (1961 г.), которые привели к быстрому преобразованию природной обстановки, нарушению установившегося экологического равновесия и формированию новых неустойчивых природных комплексов.

В Приаралье происходит активное развитие процессов антропогенного опустынивания, вызванное резким понижением уровня Аральского моря, обмелением рек Амударья и Сырдарья, обнажением обширных засоленных участков суши, активный вынос солей с которых происходит не только на близлежащие территории. Вероятно, в дальнейшем будет активизироваться также высыхание обширных внутридельтовых водоемов.

Все происходящие изменения ведут к быстрому ухудшению природного потенциала региона, к снижению продуктивности одних территорий и выводу из области хозяйственного использования других. Назрела необходимость в целенаправленном управлении снижением уровня Аральского моря, для чего необходимы рекомендации по рациональному управлению и дальнейшему совершенствованию системы существующего водопользования, по немедленной и оперативной рекультивации осушенных участков, по переориентации способов и типов хозяйствования на разных участках.

В результате работ по картографированию Южного Приаралья была составлена серия, включающая 11 карт.

Раздел серии, отражающий природный потенциал, состоит из геологической, структурно-геоморфологической, четвертичных отложений, ландшафтной, геоботанической, почвенной карт.

Столь полный набор покомпонентных карт был необходим для характеристики сложной динамической обстановки района и особенностей его почвенно-геоботанических условий. При предварительном дешифрировании по прямым признакам были выделены крупные природные комплексы на уровне класса ландшафтов и типов рельефа:

структурно-денудационные равнины с подразделением их на эридно-денудационные пластовые, флювиально-дефляционные,



дефляционно-аккумулятивные, эрозивно-аккумулятивные и денудационные останцовые возвышенности;

денудационные золотые равнины;

аккумулятивные равнины с подразделением их на морские, озерные, озеро-аллювиальные и аллювиально-дельтовые.

Применение ландшафтного метода дешифрирования за счет детального распознавания элементов рельефа, определения литолого-генетических различий и растительного покрова позволило выделить значительно более низкие таксономические виды и морфологические варианты ландшафтов природно-территориальных комплексов. При предварительном камеральном дешифрировании встретились значительные трудности, обусловленные сложностью физико-географических условий и динамичностью района, так как используемые на предварительном этапе картографические материалы и публикации не отражали современного состояния растительного покрова этого района. Наибольшие ошибки при определении видов и морфологических вариантов ландшафтов были допущены при картографировании дельты Амударьи и Сарыкамышской котловины — территорий, коренным образом измененных за последние десятилетия.

При ознакомлении с космической фотоинформацией были получены данные об изменении береговой линии Аральского моря, обсыхании дельты и обводнении Сарыкамышской впадины (см. рис. 5, 28). Однако отсутствие натурных наблюдений за ходом этих процессов не позволило в процессе камеральных работ достоверно определить новые виды ПТК, которые здесь образовались. Полевые работы позволили выявить изменения, произошедшие в дельте Амударьи, исправить ошибки и скорректировать неточности. Полевое дешифрирование космических снимков показало, что в некоторых случаях даже снимки 1976—1977 гг. не отражали природных условий, сложившихся к весне 1978 г.

Использование в качестве основы фотоплана при создании исходных оригиналов карт значительно облегчило работу и позволило добиться полного соответствия всех карт серии. Хозяйственная деятельность человека, особенно земледелие, в ряде случаев сильно сгладила естественные различия природных комплексов. В тех случаях, когда космическая фотоинформация и полевые исследования не позволили подразделить некоторые ПТК более детально, их выделили как отдельный вид ландшафта.

Основой для составления ландшафтной карты послужила структурно-геоморфологическая, фрагмент которой представлен на рис. 57, на карте показаны основные морфоструктурные особенности территории в их связи с литолого-генетическими комплексами поверхностных отложений, мезоформами рельефа и формами рельефа, явившиеся результатом тектонических явлений (например глубокие разломы).

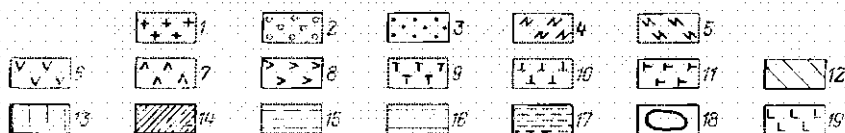
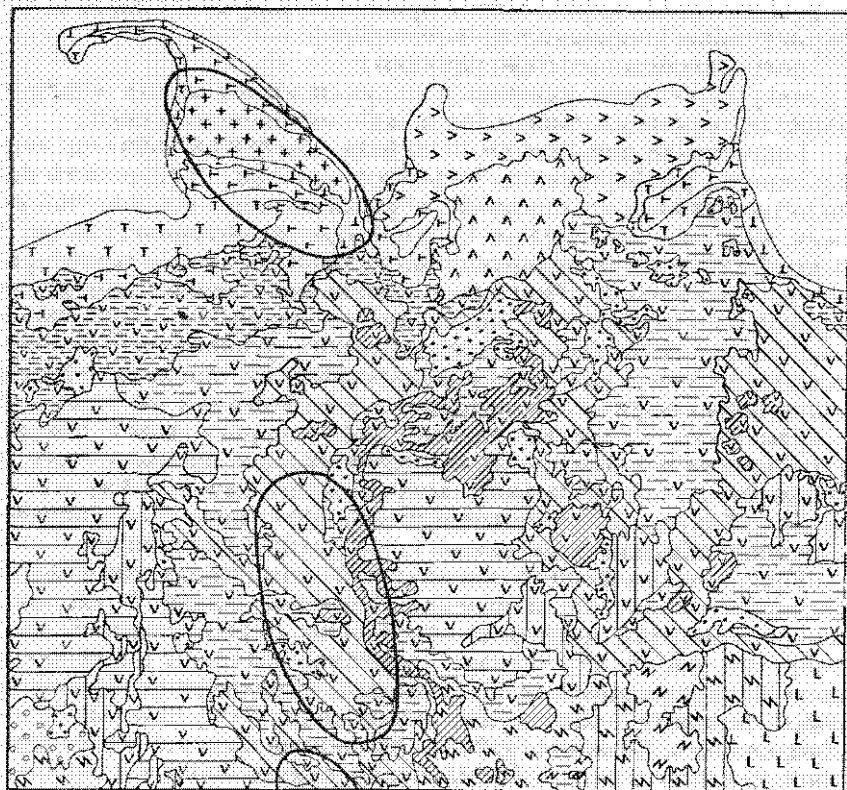


Рис. 57. Структурно-геоморфологическая карта Южного Приаралья (фрагмент). Составлена Т. С. Козловой

Так, на приведенном фрагменте карты (см. рис. 57) отражены, в первую очередь, тектонические особенности территории: показаны останцовые возвышенности на локальных антиклинальных поднятиях — денудационно-тектонические, слабонаклонные, плоские, реже волнистые поверхности с элементами структурного рельефа, в значительной степени переработанные эоловыми процессами 1 и аккумулятивные равнины областей длительного слабого опускания. В пределах аккумулятивных равнин по генетическому признаку, возрасту и морфологическому строению проведено следующее геоморфологическое деление: озерно-аллювиальные — пологоволнистые, реже плоские,

местами бугристые равнины 2 и плоские равнины днищ обсохших дельтовых озер 3; аллювиально-дельтовые — пологоволнистые равнины с элементами дельтового рельефа, обсохшие к 60-м годам XX в. 4, пологоволнистые равнины с элементами дельтового рельефа и с суффозионно-просадочными формами, обсохшие к 60-м годам XX в. 5, пологоволнистые, реже плоские равнины с комплексом элементов дельтового рельефа, периодически подтапливаемые 6, относительно повышенные плоские равнины дельты главного русла Амударьи, сформированные к 50-м годам XX в. 7 и плоские, реже пологоволнистые, равнины формирующихся дельт 8; морские — плоские и слабонаклонные низменные равнины, обнажившиеся с 60-х годов XX в. дно Аральского моря 9, наклонные слабонереработанные золовыми процессами равнины обнажившихся с 60-х годов участков дна Аральского моря 10 и плоские низменные равнины обсохших днищ заливов Аральского моря 11.

Отдельно на карте показаны элементы дельтового рельефа: русловые гряды крупных протоков 12, внутренние дельты и их реликтовые фрагменты 13, дельты прорывов 14, междельтовые понижения, осушенные 15 и обводненные (внутренние разливы) 16, окраинные разливы 17, а также локальные тектонические поднятия 18.

Ландшафтная карта Южного Приаралья (рис. 58) включает характеристику как видов ландшафтов, так и природно-территориальных комплексов, ранга урочищ или группы урочищ. Для каждой из выделяемых единиц в легенде приведены характеристики почвенно-растительного покрова.

На фрагменте ландшафтной карты Южного Приаралья (см. рис. 58) по тектоническому строению территории выделены аккумулятивные и структурно-денудационные равнины, представленные здесь эрозионно-денудационными останцовыми возвышенностями, характеризующимися бугристо-грядовым рельефом в сочетании с такырами и солончаками, сложенными преимущественно песчаными отложениями, подстилаемыми песчаниками, с комплексом черкезников на грядках, боялыча и полыньников на выровненных участках 1. Аккумулятивные равнины по генетическому признаку, возрасту, морфологии, характеру поверхностных отложений и видам растительных ассоциаций подразделены на морские, озерно-аллювиальные и аллювиально-дельтовые.

Морские равнины 2—7, плоские и слабонаклонные, сложенные супесчано-суглинистыми и илстыми отложениями, лишенные высшей растительности солончаки 2; солончаки с комплексом поташниковых и сарсазановых сообществ 3 и с комплексом сведово-солянковых и солеросовых группировок с участием лебеды 4; наклонные, сложенные засоленными песчаными отложениями с единичными экземплярами калигонума и лебеды 5 и с линейно-полосчатыми комплексами моноценозов

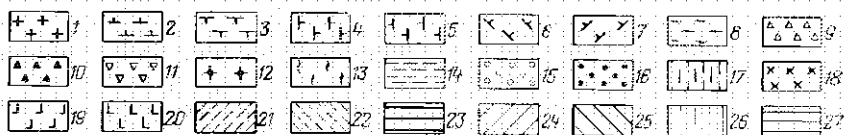
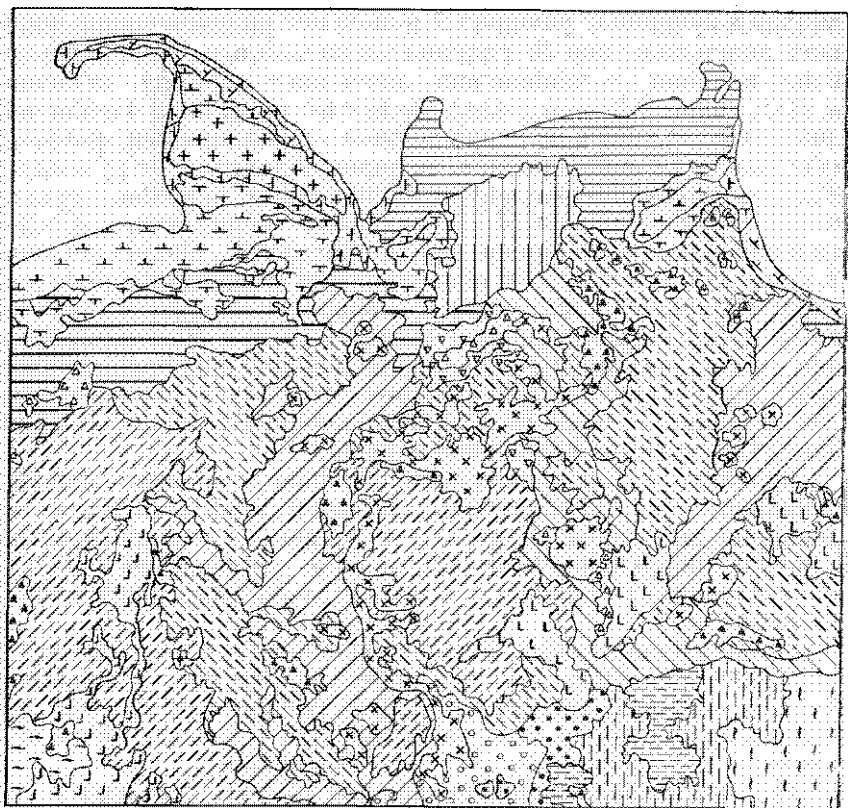


Рис. 58. Ландшафтная карта Южного Приаралья (фрагмент). Составлена С. В. Скаторцовым, Т. С. Козловой, А. В. Амелиным

тамарикса 6; бугристо-грядовые, сложенные засоленными песчаными отложениями, с линейно-полосчатым комплексом тамариковых сообществ, в сочетании с кандымом и геолитропом на песчаных буграх, солеросом и сарсазием на засоленных понижениях и солончаках 7. Озерно-аллювиальные равнины 8—12, пологоволнистые, местами бугристые, сложенные суглинистыми отложениями с обилием гипсов, с комплексом итцегековых черносакульников и карабарачников с солянками 8 и плоские, сложенные илесто-суглинистыми отложениями лишенные высшей растительности солончаки 9, с комплексом трост-

никово-рогозовых сообществ с тамариксом на сильно засоленных повышенных участках 10, со стерней тростника 11 и усыхающие озера с тростниковыми плавнями 12. Аллювиально-дельтовые равнины 13—27, в которых в свою очередь выделяются: равнины голоценовой дельты — пологоволнистые внутренние дельты, сложенные слоистыми глинистыми и супесчаными отложениями, с комплексом карабарачников черносаксауловых, тамарисчатников и однолетнесоляковых сообществ 13; современные аллювиально-дельтовые равнины, обсохшие к 60-м годам XX в. — пологоволнистые поверхности междурусловых понижений, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с отмершим тростником и деградирующими тростниковыми сообществами с галофильным разнотравьем и единично тамариксом 14, пологоволнистые равнины, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с комплексом тамариковых тугаев и солонки 15, выпукловолнистые дельты прорыва, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями с комплексом полночленного турангового тугая, тамариковых и травянистых тугаев 16 и плоские внутренние дельты, сложенные слоистыми суглинисто-супесчаными отложениями с комплексом тамариковых и травянистых тугаев, с фрагментами полночленных тугаев 17; периодически подтапливаемые аллювиально-дельтовые равнины — пологоволнистые дельты прорыва, сложенные суглинистыми и супесчаными отложениями с комплексом разреженных тамарисчатников с однолетнесоляковыми сообществами и фрагментами лоховых тугаев по протокам 18, пологоволнистые внутренние дельты, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями с комплексом лоховых тугаев, с участием туранги по руслам высохших водотоков и лишенных растительного покрова такыровидных поверхностей с единичным стелющимся тростником 19 и с комплексом полночленного турангового тугая с тамариковыми и травянистыми тугаями 20, слабонаклонные пологоволнистые междурусловые понижения, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с комплексом тростниково-рогозовых сообществ и лишенных растительного покрова приподнятых сильно засоленных участков с единичными экземплярами тамарикса 21, со стерней тростника 22 и со стерней тростника в сочетании с единичной галофильной растительностью (солерос, лебеда) 23; пологоволнистые высокие гривы, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями, с включением гальки и прослоями песка с бугристыми карабарачниками на солончаках 24 и с комплексом лоховых тугаев с турангой по руслам высохших водотоков и лишенные растительного покрова такыровидные поверхности 25; относительно возвышенные плоские равнины дельты главного русла Амударьи, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями с комплексом разреженных тамарисчатников и однолетнесоляковых сообществ с лоховыми тугаями вдоль проток 26, а также плоские формирующиеся дельты, сложенные су-

песчано-песчаными отложениями с комплексом ивовых тугаев с тростником и тамариковым тугаем с турангой 27.

Серия карт, отражающих современное состояние природных ресурсов и их хозяйственное использование, включает карты антропогенных ПТК, использования земель, современного растительного покрова, пастбищ.

Предварительный этап состоял в наложении специальной нагрузки на предварительные схемы камерального дешифрирования — макеты карт — ландшафтной и растительного покрова. По космическим снимкам были выделены все антропогенные объекты: оросительные каналы и коллекторы, озера сбросных вод, колодцы, транспортная сеть и трубопроводы, селитебные территории, длительно затопляемые орошаемые поля преимущественно с культурой риса и кратковременно затопляемые с культурой хлопка; участки геологоразведочных работ. После этого на основе ландшафтного метода дешифрирования были выявлены участки, подверженные косвенному антропогенному воздействию, чрезмерно широко развитому на этой территории. Ландшафтное дешифрирование снимков совместно с анализом картографических материалов позволило отнести практически всю северную часть дельты, побережье Аральского моря, оставшуюся не залитой часть Сарыкамышской котловины к антропогенно измененным ПТК. Кроме того, были выявлены зоны влияния оазисов, отдельных каналов и коллекторов, нарушенные перевыпасом участки пастбищ и т. д. В заключение была составлена схема антропогенных ПТК Юго-Западного Приаралья. На предварительном этапе широко использовались материалы оптико-электронной обработки космической фотoinформации. Так, с помощью цветокодированных дискретных изображений удалось с высокой точностью выделить неясно выраженные на оригинальных снимках границы зон влияния оазисов и каналов. С помощью синтезированных изображений, полученных по материалам многозональной космической фотосъемки, были отделены территории, занятые тростниковыми плавнями, от участков, занятых деградирующей гидрофильной растительностью. Материалы разновременных (1974—1977 гг.) космических фотоснимков отразили динамику продолжающегося заполнения Сарыкамышской котловины, обмеление Аральского моря и обсыхание дельты Амударьи. При создании карты антропогенных ПТК были применены материалы машинного (с помощью ЭВМ) дешифрирования космического снимка для картографирования линейных объектов (рис. 59).

Создание карт современного состояния природных ресурсов и природных территориальных комплексов показало, что при предварительном камеральном дешифрировании снимков были допущены ошибки в связи с использованием материалов съемки 2—3-летней давности. Так, полевые работы проводились весной 1978 г., а предварительное дешифрирование осуществлялось по



Рис. 10. Горно-котловинные ландшафты с участками сельскохозяйственного использования



Рис. 11. Ландшафтный рисунок, на-  
рушенный расклевыванием

Рис. 12. Состояние ландшафтного  
дизайна, нарушенное на даче в лесу

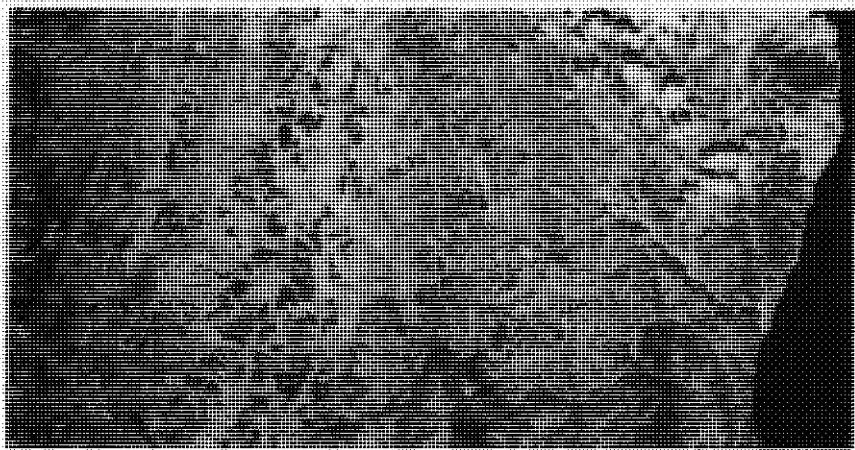


Рис. 13. Горно-равнинные ландшафты, в различной степени освоенные



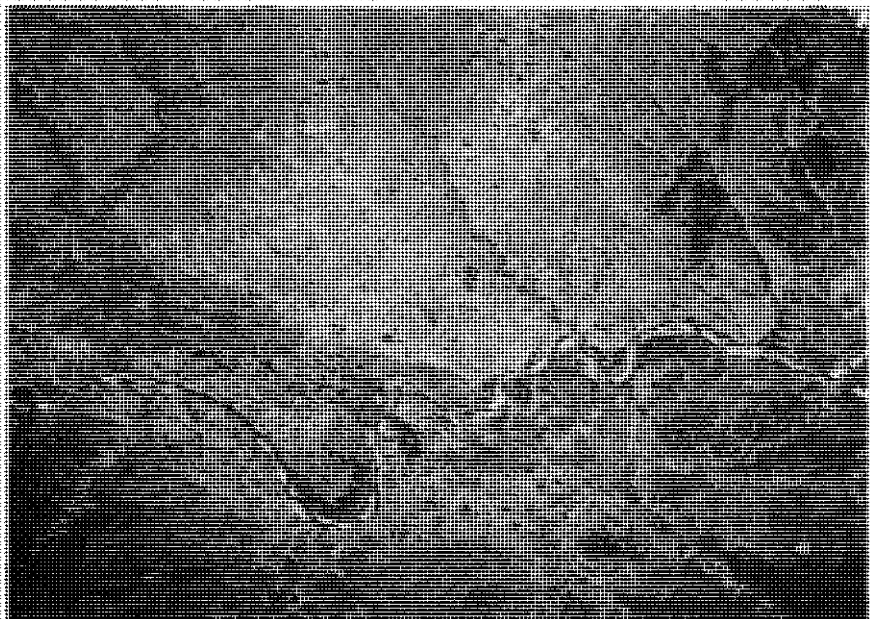


Рис. 14. Равнинно-табанные ландшафты, слабо освоенные

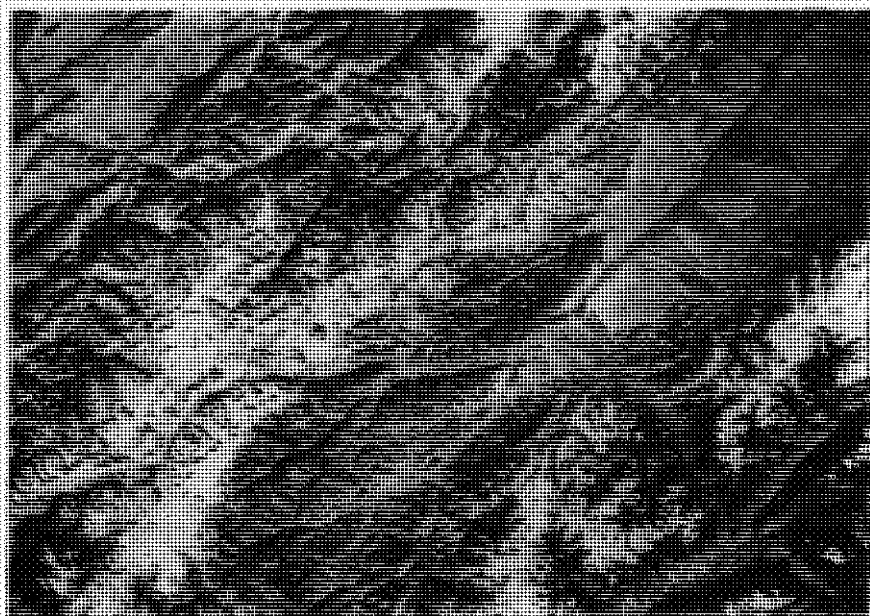


Рис. 15. Высокогорно-котловинные ландшафты, слабо освоенные

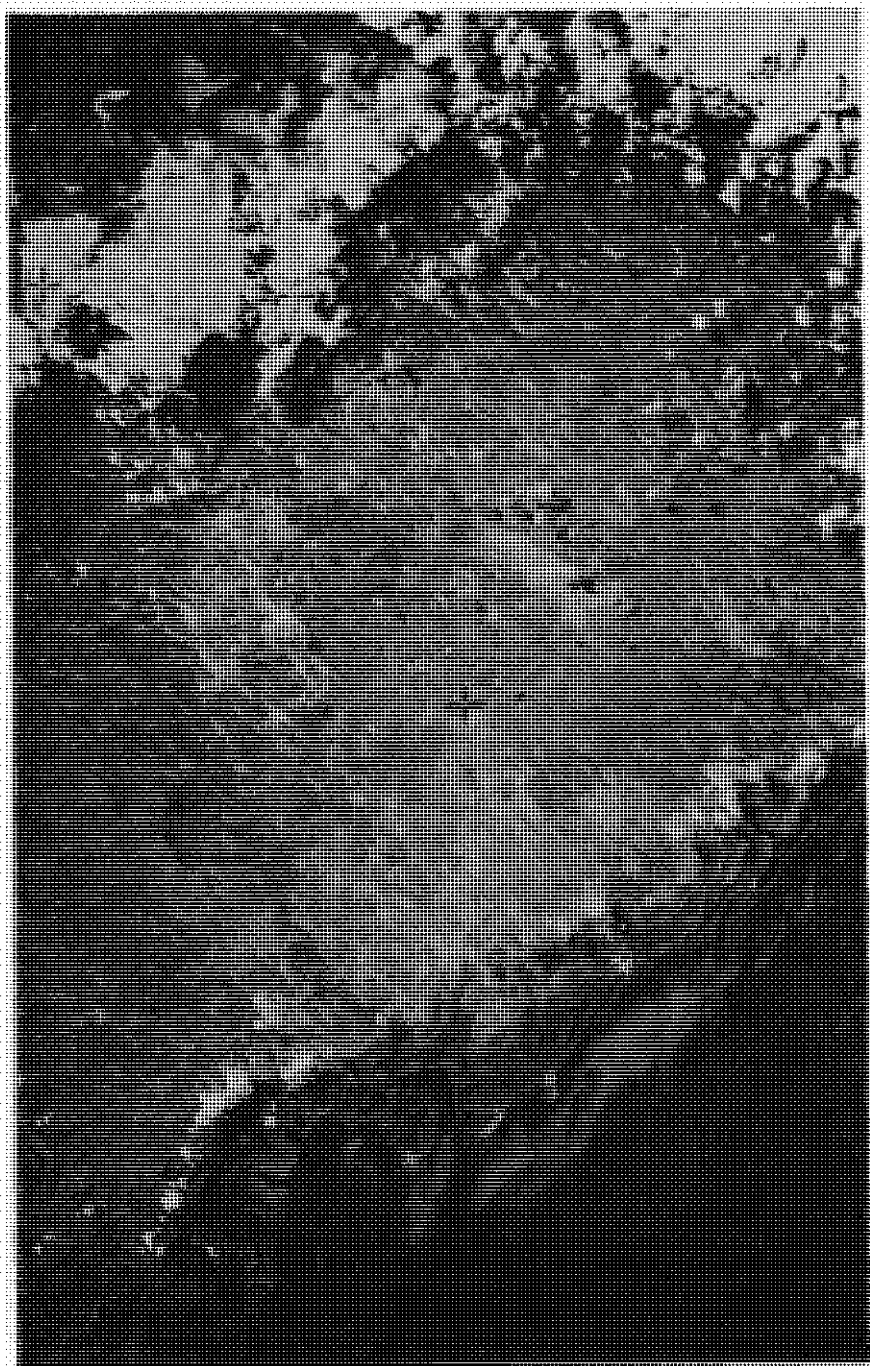


Рис. 16. Полупустыня Калмыкии, освоенная под пастбища

Рис. 24. Изображение  
сельскохозяйственных  
угодий



Рис. 29. Изображение гидрографической сети и тундровых ландшафтов при различных видах цветового кодирования (а, б)



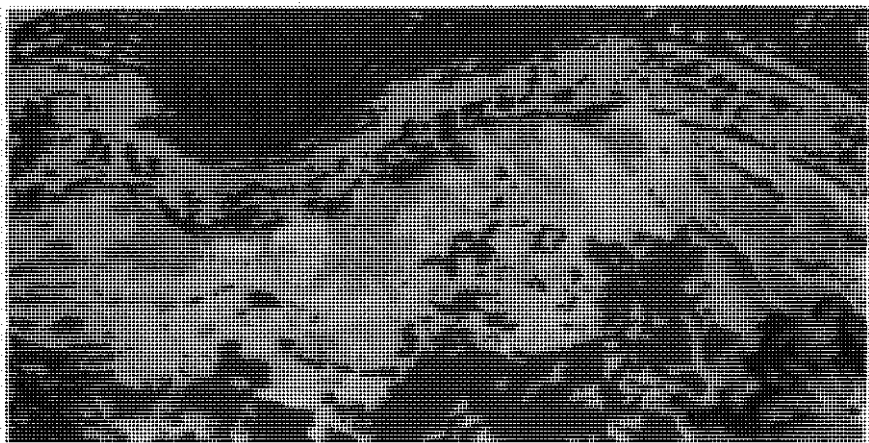
Рис. 30. Антропогенно измененные ландшафты: подтопление земель

Рис. 31. Изображение солончаковых ландшафтов при различных видах цветового кодирования (а, б)



а

б



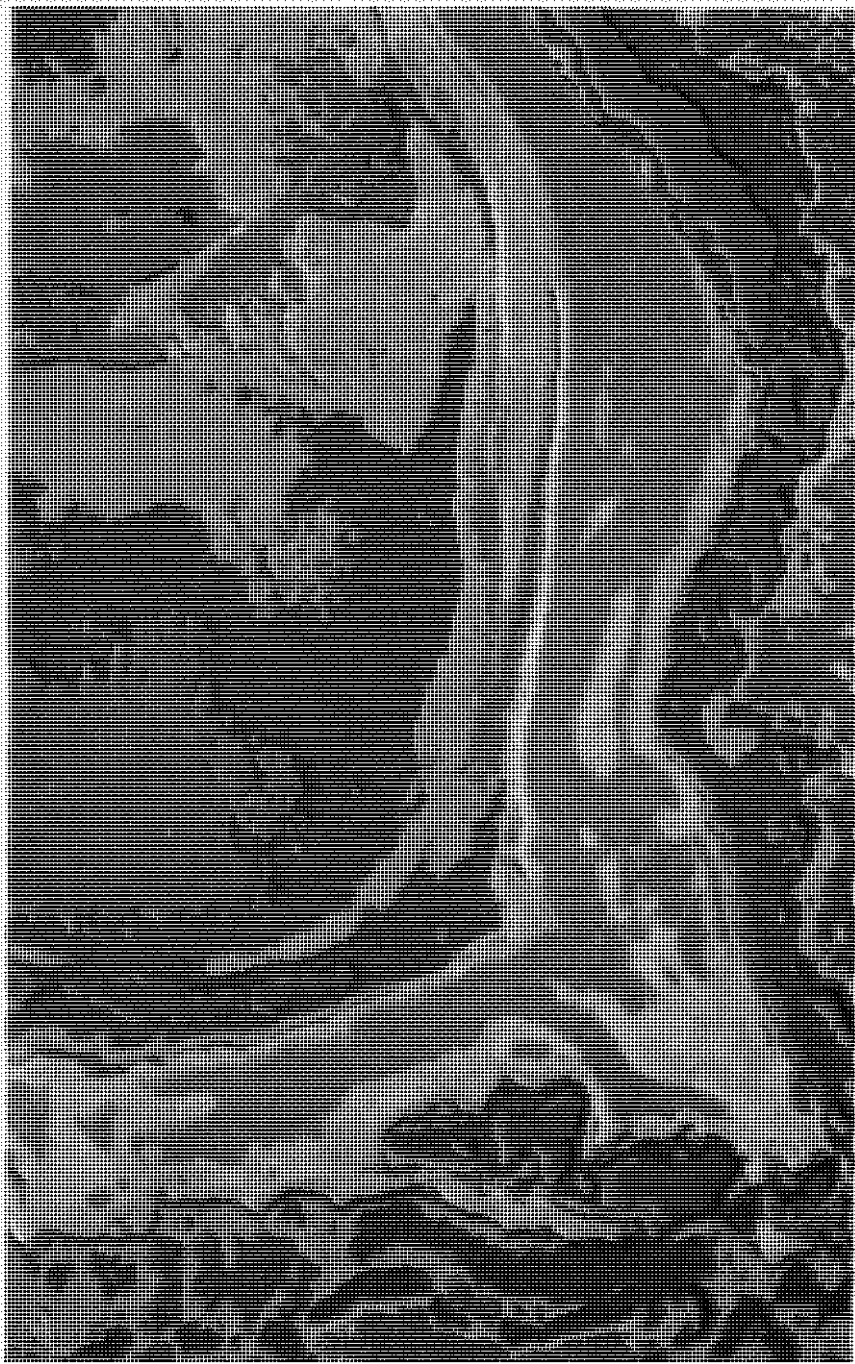


Рис. 32. Увеличенное изображение комплекса солончаковых ландшафтов

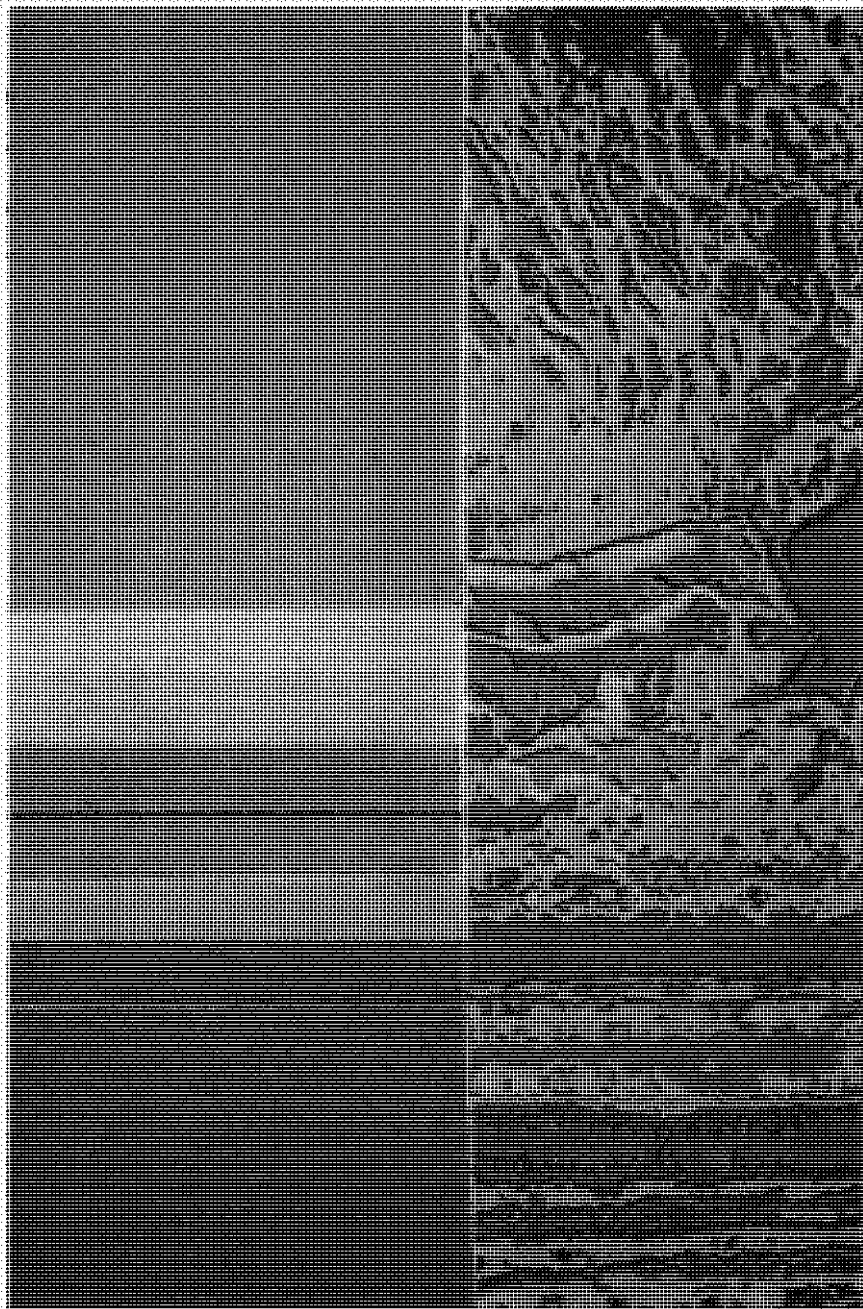


Рис. 33. Фрагмент цветокодированного космического снимка, совмещенного с цветоделительной шкалой

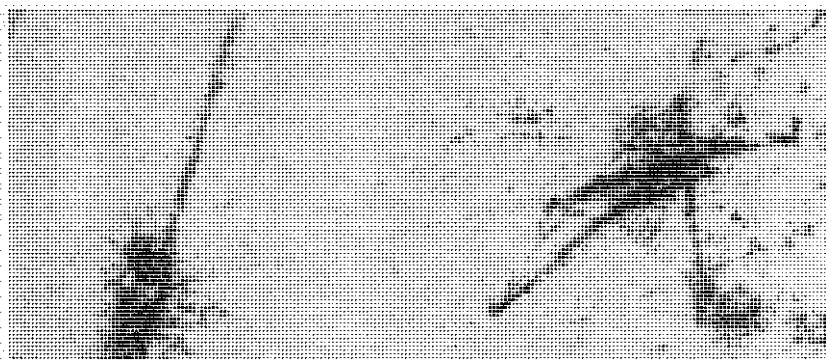


Рис. 59. Антропогенная нарушенность Устьюрта, отдешифрированная на ЭВМ

снимкам 1974—1976 гг. и отчасти 1977 г. Столь значительные изменения природной обстановки за 1—2 года еще раз подчеркивают исключительную динамичность этого региона. Например, темные, почти черные контуры, отдешифрированные как тростниковые плавни, оказались в ряде случаев мокрыми солончаками, лишь со следами бывших ранее тростников; во время космической съемки покрытые водой морские заливы — солончаками, бугристые пески с псаммофильной растительностью — заливами Сарыкамышского озера и т. д. В остальном достоверность предварительного дешифрирования антропогенных ПТК оказалась высокой.

На окончательном этапе создания карт этого раздела были откорректированы предварительные схемы дешифрирования и окончательно разработаны легенды карт. При составлении авторского оригинала карты антропогенных ПТК была произведена генерализация некоторых ландшафтных контуров аллювиально-дельтовой равнины, имеющих одинаковую степень изменения, виды антропогенного воздействия, тип использования земель и нуждающихся в аналогичных природоохранных мероприятиях. Это облегчило и проводимые работы по составлению карты, и чтение самой карты.

На карте антропогенно измененных ландшафтов (рис. 60) помимо традиционной ландшафтной характеристики выделенных контуров, показаны степень и характер антропогенных изменений, а также основное направление использования природных ресурсов в народном хозяйстве. Ландшафты денудационных останцовых возвышенностей 1: слабоизмененные, бугристо-грядовые, сложенные песчаными отложениями в комплексе с солончаками и такырами, с полынно-боялычевыми сообществами с черкезом, сюзеном и местами тамариксом, используются под пастбища. Ландшафты морских равнин 2—5, в которых выделяются плоские и слабонаклонные, сложенные супесчано-суг-







понижениям, занятые тамариковыми сообществами с кандымом и с солеросо-сарсазановыми сообществами на засоленных понижениях, частично используемые под пастбища 5. Ландшафты озерно-аллювиальных равнин 6—9 — измененные, бугристые, сложенные суглинистыми отложениями с обилием гипсов, занятые гидрофильной растительностью в зоне влияния коллекторов, используемые под пастбища 6; плоские, сложенные плисто-суглинистыми отложениями сильно измененные, лишённые высшей растительности солончаки, неиспользуемые в народном хозяйстве 7, измененные, со стерней тростника, неиспользуемые в народном хозяйстве 8, слабо измененные, с комплексом тростниково-рогозовых сообществ, частично используемые при заготовке тростника 9. Ландшафты аллювиально-дельтовых равнин 10—21 — плоские и пологоволнистые, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями, измененные с комплексом итцегековых черпосаксаулышников и галофильных тамарисчатников, используемые под пастбища 10, измененные с сочетанием доховых тугаев с турангой по руслам высохших водотоков, в комплексе с лишёнными растительного покрова такыровидными участками с едиичным стелющимся тростником, используемые под пастбища 11 и слабо измененные, с комплексом полночленных туранговых, тамариковых и травянистых тугаев, используемые под пастбища и частично в лесном хозяйстве 12; пологоволнистые, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями, сильно измененные со стерней тростника, неиспользуемые в народном хозяйстве 13, слабо измененные с деградирующими тростниково-рогозовыми сообществами, с галофильным разнотравьем и едиичным тамариксом на повышенных засоленных участках, практически неиспользуемые в народном хозяйстве 14 и слабо измененные, с комплексом тамариковых тугаев, верблюжьей колючки, солодки и акбаша, используемые под пастбища 15; выпукло волнистые, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями, измененные, с комплексом полночленных туранговых тугаев, тамариковых и травянистых тугаев, используемые под пастбища 16 и слабо измененные, с комплексом разреженных тамарисчатников с однолетнесолянковыми сообществами и фрагментами доховых тугаев по протокам, используемые под пастбища 17; плоские и мелкобугристые, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями, сильно измененные, со стерней тростника, неиспользуемые в народном хозяйстве 18, слабо измененные, с бугристым карабарачиком на солончаках, частично используемые под пастбища 19; слабо измененные, пологоволнистые, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями, с включениями гальки и песка, с комплексом доховых тугаев с участием туранги по протокам и разреженных тамарисчатников и однолетнесолянковых сообществ на такыровидных участках, используемые под пастбища 20 и малоизмененные ландшафты формирующейся дельты, плоские, сложен-

ные супесчано-песчаными отложениями, с ивовыми тугаями с тростником и тамариковыми тугаями с турашгой частично используемые под пастбища 21.

При создании комплексной карты охраны природы на первом этапе были выделены основные и дополнительные природоохранные мероприятия; на втором этапе, наиболее сложном, трудности возникли при анализе территорий, подверженных сильному антропогенному воздействию. Имеются в виду, например, дельта Амударьи — ее осушение, падение уровня Аральского моря и затопление Сарыкамышской котловины. Конкретные природоохранные мероприятия, составившие содержание карты, разработаны путем совместного анализа ландшафтной карты и карт антропогенных ПТК, использования земель, антропогенно нарушенного растительного покрова и пастбищ. Кроме того, были использованы карты природных условий и литературные источники. Предложенные мероприятия не решают так называемую проблему Аральского моря, так как на падение уровня воды в Арале влияет целый комплекс факторов, воздействие большинства которых находится за пределами картографируемой территории. По-видимому, в основе этот процесс нераздельно связан с деятельностью человека во всем бассейне Аральского моря. Прием первопричиной следует считать не расширение площадей орошаемого земледелия, а непронизводительные потери пресной воды, заключающиеся в:

заполнении пресными водами Сырдарьи солончака Айдар и образовании в результате этого горько-соленого Арнасайского моря;

сбросе отработанных вод с поливных земель и их избытков из Кызылординского оазиса в сухое русло Жанадарьи;

круглогодичном водозаборе из Амударьи по бывшему сухому руслу Дарьялык в солончаковую впадину Сарыкамыш, а также сбросе в нес избыточных и отработанных оросительных вод Хорезмского оазиса;

образовании огромного числа озер по периферии и внутри оазисов орошаемого земледелия путем сброса избыточных вод или отработанных вод в небольшие солончаковые впадины или межрядовые понижения в песках.

Кроме того, можно отметить также потери воды на фильтрацию в оросительных и магистральных каналах, избыточную подачу воды на орошение сельскохозяйственных полей и некоторые другие. В этой связи понятно, что даже полное осуществление всех предложенных на карте природоохранных мероприятий для дельты Амударьи (прекращение сброса воды в Сарыкамышскую впадину и мелкие соленые озера, выполнение норм подачи воды на орошение и т. д.) лишь в какой-то мере затормозит усыхание Аральского моря, но не решит проблемы в целом. Здесь необходим комплекс мероприятий, охватывающих все аспекты проблемы на всей территории бассейна Арала,

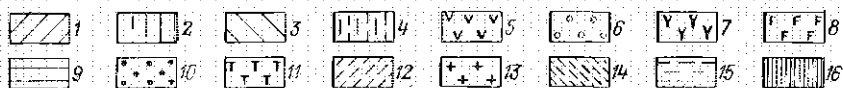
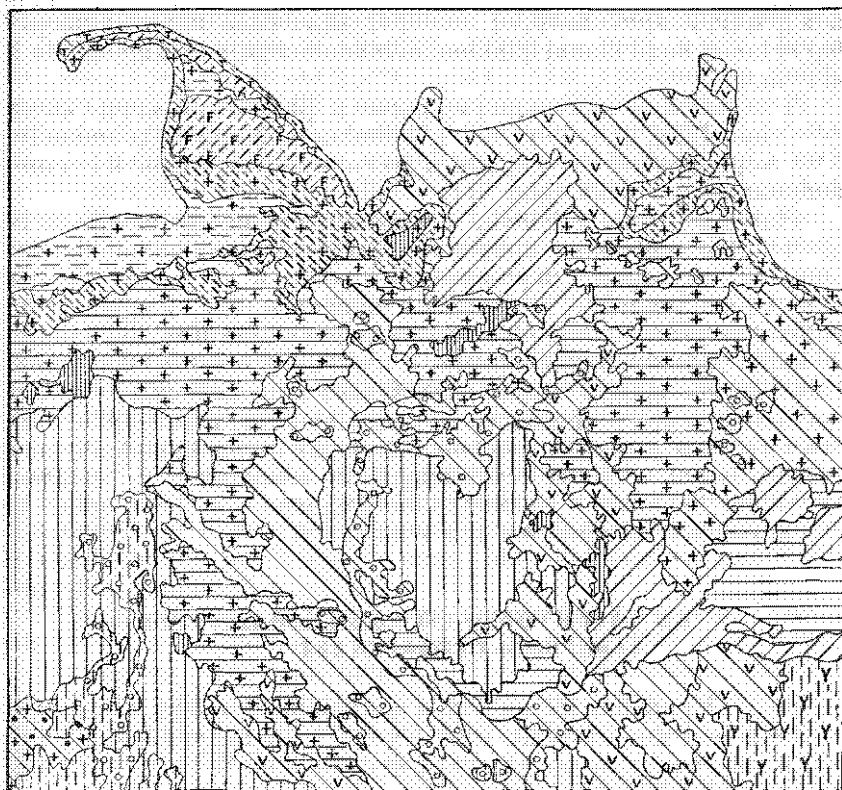


Рис. 61. Карта охраны и рационального использования природных ресурсов Южного Приаралья (фрагмент). Составлена С. В. Скатерщиковым

1—2—абсолютная охрана природных комплексов: 1—редиктовых тугайных ландшафтов от любого типа антропогенного воздействия (организация заповедников), 2—озерно-болотных ландшафтов (организация заказников); 3—12—регулирование использования природных ресурсов: 3—ограничение выпаса в аллювиально-дельтовых равнинах, 4—временное запрещение выпаса в аллювиально-дельтовых равнинах, 5—ограничение вырубкой древесной тугайной растительности, 6—временное запрещение вырубкой древесной тугайной растительности, 7—временное запрещение вырубкой саксаула, 8—временное запрещение вырубкой кустарниковой песчаной растительности, 9—территории, пригодные для расширения пастбищного животноводства при осуществлении фитомелиоративных мероприятий, 10—территории, пригодные для расширения орошаемого земледелия при осуществлении мероприятий по раскислению почв, 11—территории, пригодные для создания рекреационных зон, 12—временное запрещение выпаса в песчаных пустынях; 13—рекультивация нарушенных ландшафтов; территории, полная рекультивация которых возможна только при проведении глобальных подхозяйственных мероприятий; 14—15—территории вне хозяйственного использования: 14—сильно засоленные земли на месте морского дна с развивающейся галофильной растительностью, 15—сильно засоленные территории и солончаки на месте морского дна, лишенные растительного покрова, 16—солончаки.

и в решении этого вопроса не последнюю роль должны сыграть изучение и анализ материалов дистанционного зондирования из космоса.

В качестве иллюстрации приведены фрагменты карты антропогенных ПТК (см. рис. 60) и комплексной карты рекомендуемых мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов (рис. 61).

Подводя итоги работам, проведенным с целью изучения современного состояния природных ресурсов и разработки мероприятий по охране окружающей среды в пустынях Среднеазиатского региона, необходимо отметить, что в сериях карт природоохранных мероприятий в первую очередь нуждаются области, активно используемые в хозяйственной жизни человека. Чем больше антропогенное воздействие на среду, тем пристальнее должно быть внимание к природно-территориальным комплексам, тем активнее должны изучаться структуры природных систем, связи всех их компонентов и тенденции их развития. Космические снимки являются необходимым и достаточно информативным материалом для этих целей.

### **У.З. КАРТЫ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ**

Северное Прибайкалье является в настоящее время интенсивно осваиваемой территорией; этот регион в достаточной мере обеспечен материалами космических фотосъемок. В связи с этим Северное Прибайкалье было выбрано как эталонный участок при разработке карт природоохранной тематики в пределах горно-таежной зоны.

Северное Прибайкалье, в которое входят территории верховьев рек Киренги и Лены, северные части Байкальского и Баргузинского хребтов, участки Верхне-Ангарской и Баргузинской межгорных котловин, расположено на стыке двух физико-географических стран: Среднесибирской и гор Южной Сибири [13]. Вследствие этого для района характерна сравнительно большая контрастность природных условий. Большую часть территории занимают окаймляющие рифтовый разлом горные сооружения. Они сложены кислыми интрузивными и сильно метаморфизованными породами. Весьма распространенное в недалеком прошлом для горных хребтов оледенение — в основном каровое и горно-долинное — в настоящее время почти полностью уступило место процессам гольцовой планации. Вершинные участки заняты холодными каменистыми пустошами, горными тундрами, подгольцовыми кедрово-стлашкиковыми зарослями, редколесьем. Горные склоны часто обвально-осыпные, покрыты как светлохвойной — лиственничной и сосновой, так и темнохвойной горной тайгой.

Горные сооружения усложнены межгорными котловинами. В пределах котловин происходит озерно-аллювиальная и эоловая аккумуляция. Формируются сложенные пролювием подгорные равнины с сохраненными следами гляциальной аккумулятивной деятельности и флювиогляциальные равнины. В составе растительности котловин преобладают светлохвойно-таежные группировки. Часты сосновые леса, сменяемые лиственничниками, разнообразными болотами. В наиболее южных районах — в частности Баргузинской котловине — появляются участки сухих степей.

Западная часть Северного Прибайкалья орографически относится к Предбайкальской впадине. Платформенная по характеру свойственных ей геолого-тектонических процессов территория, находящаяся западнее Байкальского хребта, отличается от более восточных районов тем, что в составе отложений преобладают осадочные, а часто и карбонатные породы, меньше, чем в горных сооружениях Байкальской рифтовой зоны, расчленен рельеф. Значительная часть Предбайкальской впадины занята темнохвойной тайгой, чрезвычайно пострадавшей от пожаров и сменившейся на больших площадях вторичными мелколиственными лесами.

Таким образом, в природном отношении Северное Прибайкалье является районом, в котором присутствуют ландшафты, свойственные как равнинным, так и горно-таежным регионам Восточной Сибири. Кроме того, в пределах этого участка встречаются степи, аналогичные распространенным в степных межгорных котловинах Забайкалья.

В пределах картируемой территории осуществляется строительство западного участка Байкало-Амурской магистрали, в связи с чем уделяется большое внимание развитию районов, тяготеющих к трассе. Эти районы нуждаются в обеспечении планирующих и хозяйственных организаций современными картографическими документами. В первую очередь необходимы карты, обеспечивающие и обосновывающие мероприятия по рациональному использованию воспроизводимых природных ресурсов и охране природной среды.

Для целей охраны природы по космическим фотоматериалам разрабатывались карты ландшафтная, использования земель и комплексная природоохранная.

При составлении карт были использованы материалы черно-белой космической фотосъемки; на отдельных участках — материалы цветной, спектрзональной, многозональной космических фотосъемок. Анализировались также материалы оптико-электронного синтезирования многозональных снимков, полученных в интервалах 0,5—0,6, 0,6—0,7, 0,7—0,86 мкм, и дискретизации по плотностям фотоизображения черно-белых (интегральных) и спектрзональных снимков. При картографировании за основу были взяты контуры, полученные при ландшафтном

дешифрировании черно-белых космических снимков в масштабе карты и перенесенные на космофотоплан. Космическая информация других видов использовалась для проверки пространственного размещения объектов картографирования и для уточнения их качественных характеристик.

Ландшафтное картографирование Северного Прибайкалья имело целью:

- 1) разработать методическую (технологическую) основу составления ландшафтных карт горно-таежных территорий с использованием космических снимков;

- 2) установить дешифровочные признаки разных видов ландшафтных объектов и антропогенных нарушений их структуры;

- 3) разработать классификацию ландшафтов, чтобы затем положить в основу легенды ландшафтной карты горно-таежных территорий;

- 4) оценить пригодность разных видов космической информации для решения задач пространственной локализации ландшафтных объектов;

- 5) определить дешифрируемость разных видов антропогенных нарушений ПТК на космических снимках.

Технологическая схема составления ландшафтной карты предусматривала последовательное приближение первоначально гипотетических построений к реально существующим природным комплексам региона. Такой подход методически был обусловлен в первую очередь противоречивостью и недостаточностью имеющихся опубликованных и фондовых картографических и текстовых материалов по региону Северного Прибайкалья. Кроме того, он позволил оценить степень надежности космической информации о ландшафтном строении территории.

На первом этапе составления ландшафтной карты были выявлены ландшафты, дешифрируемые без привлечения дополнительной, получаемой традиционными методами, информации. В их число вошли горные альпинотипные, альтипланационные, эрозионно-расчлененные типы ландшафтов с горно-тундровой, горно-таежной и горно-степной растительностью. Были выявлены также равнинные участки со степной, таежной и болотной растительностью; водные объекты. Привлечение имеющихся публикаций и фондовых материалов позволило выделить на космических снимках ПТК, соответствующие примерно виду ландшафтов (согласно классификации В. А. Николаева).

Для разработки легенды к ландшафтной карте проведена классификация ландшафтов Северного Прибайкалья.

Согласно этой классификации по материалам космических съемок была составлена предварительная легенда к макету (схеме дешифрирования) ландшафтной карты. Полевая проверка этой карты показала, что степень подробности ландшафтных контуров, отдешифрированных по космическим снимкам, оказалась завышенной. Так, целый ряд выделов на предвари-

тельной карте не соответствовал реальным ландшафтным особенностям Северного Прибайкалья. В связи с этим были проведены исследования с целью установления закономерностей ландшафтного строения Северного Прибайкалья и степени пригодности космических фотоснимков для их выявления.

#### **Предварительная классификация ландшафтов Северного Прибайкалья (фрагмент)**

##### *Горные ландшафты:*

##### **А. Альпийнотипные.**

Сильнорасчлененные, сложенные кислыми интрузивными и сильно метаморфизованными породами:

- 1) скальные пустошные,
- 2) ледниковые пустошные,
- 3) с лишайниковыми горными тундрами.

##### **Б. Альтипланационные.**

Слаборасчлененные, сложенные кислыми интрузивными и сильно метаморфизованными горными породами:

- 4) скальные пустошные,
- 5) с лишайниковыми горными тундрами,
- 6) с кедрово-стланиковыми горными тундрами,
- 7) с лиственничными редколесьями лишайниковыми,
- 8) с темнохвойно-лиственничными редколесьями лишайниковыми,
- 9) с темнохвойными редколесьями лишайниковыми

..... и т. д.

Полевые работы, позволившие избавиться от фрагментарности документированных сведений о ландшафтном строении региона, проводились путем аэровизуального обследования территории и наземных наблюдений на ключевых участках. Изучались фототон и структура фотопереизображения, относящиеся к непосредственно отражающим свойства объекта прямым дешифровочным признакам, были оценены и косвенные признаки, основывающиеся на выявлении ландшафтных связей между элементами и компонентами ландшафтов. Таким образом, были получены данные о ландшафтном строении Северного Прибайкалья и определена степень пригодности тех или иных признаков дешифрирования при ландшафтном картографировании.

В результате методических исследований Северного Прибайкалья по космическим фотоматериалам с краткими полевыми проверками на этот участок был составлен исходный оригинал ландшафтной карты, фрагмент которой приведен на рис. 62.

На фрагменте ландшафтной карты Северного Прибайкалья выделены ландшафты денудационных складчато-глыбовых горных систем, сложенных кислыми интрузивными и сильно метаморфизованными породами, и ландшафты днищ межгорных котловин, сложенных валушно-галечниковыми и суглинисто-песчаными отложениями. Среди горных ландшафтов выделены ПТК: сильно расчлененные альпийнотипные пустошные и с мохово-

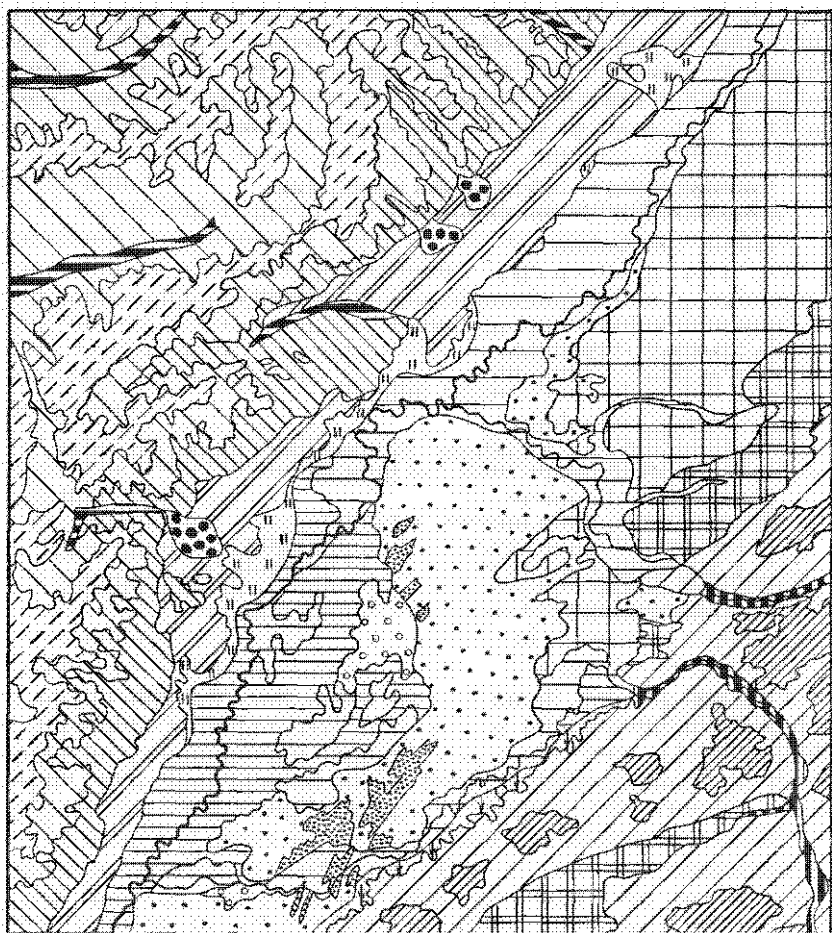


Рис. 62. Ландшафтная карта Северного Прибайкалья (фрагмент). Составлена А. В. Амелиным и Т. В. Амелиной

лишайниковыми тундрами на горно-тундровых примитивных почвах 1; слабо расчлененные альтипланационные и эрозионные с лиственнично-темнохвойными и лишайниковыми редколесьями, кедрово-стланныковыми зарослями на горно-подзолистых почвах и подбурях 2; слабо расчлененные альтипланационные с лиственничниками лишайниковыми на горно-подзолистых почвах 3; слабо расчлененные эрозионные с лиственнич-



никами кустарничковыми на горно-дерново-подзолистых почвах 4; сильно расчлененные эрозионные с сосново-лиственничными разнотравно-кустарничковыми лесами на горно-дерново-подзолистых почвах 5; слабо расчлененные эрозионные со злаково-лапчатковыми степями на черноземных почвах 6; плоские долины рек с пихтово-еловыми лесами, ивняками, злаково-разнотравными лугами на пойменных почвах 7; плоские долины рек с лиственничниками, березово-осиновыми лесами, ивняками и разнотравными лугами на пойменных почвах 8.

Ландшафты днищ межгорных котловин представлены: волнистыми пролювиальными равнинами с сосняками редкотравными на дерновых лесных почвах 9; волнистыми пролювиальными равнинами с тмьяново-лапчатковыми степями на каштановых почвах 10; холмисто-увалистыми моренами с сосняками мёртвопокровными и кустарничковыми сообществами на дерново-карбонатных почвах и подбурях 11; пологоувалистыми эолово-водноледниковыми равнинами с сосняками разнотравными на подзолистых почвах 12; пологобугристыми эолово-ледниковыми равнинами со злаково-лапчатковыми степями на каштановых почвах 13; холмисто-грядовыми цокольными эоловыми равнинами с сосняками разнотравными на подзолистых почвах 14; дюнными эоловыми равнинами с разреженными злаковыми степями на примитивных песчаных почвах и пустошах 15; плоскими озерно-аллювиальными равнинами со злаково-лапчатковыми степями с сочетанием злаково-лапчатковых степей на светло-каштановых почвах с солянковыми сообществами на светло-каштановых солончаковатых 16; плоскими озерно-аллювиальными равнинами с осоково-тростниковыми болотами на низинных торфяниках 17; плоскими долинами рек с тополевыми, ивняками и разнотравно-злаковыми лугами на пойменных почвах 18.

Легенда к ландшафтной карте (см. рис. 60) все же не отражает в полной мере всех возможностей применения комплекса космической информации при ландшафтном картографировании. Космические снимки позволяют также выявить некоторые характерные элементы строения ландшафтов. Так, для альпийских горных ландшафтов могут быть показаны отдельные кары, представляющие собой самостоятельные урочища с лишней растительности обрывистыми склонами. На территориях, занятых таежными ПТК, выявляются заболоченные участки ранга ландшафтных урочищ.

Кроме того, космические снимки, даже для такого пока еще слабо освоенного района, каким является Северное Прибайкалье, могут быть полезны при оценке антропогенной нарушенности ПТК. Эти нарушения также могут быть показаны на ландшафтной карте сверх основной ландшафтной нагрузки. Космические снимки позволяют выявить по степени фототоповой насыщенности в основном все структурные элементы наруше-

ния растительного компонента ландшафтов. Так, могут быть выявлены участки естественной растительности, нарушенной пожарами, вырубками, нашествиями насекомых-вредителей. Примерно может быть оценена степень восстановленности растительного покрова, его стадияльная приуроченность. Однако поскольку задача дешифрирования вторичного растительного покрова аналогична проблеме определения по космическим снимкам характеристик естественной растительности, то и при выявлении нарушенности фитоценозов данные, получаемые при помощи космической информации, носят предварительный характер и нуждаются в экспериментальной проверке. Достоверно могут быть выявлены участки с недавно уничтоженным растительным покровом; они, как правило, характеризуются оригинальной структурой фотоизображения, которая позволяет легко распознавать как бы отпрепарированные элементы рельефа, например проследивать оголенные долины рек. Нарушения при транспортном, промышленном и гражданском строительстве распознаются при достаточно интенсивном освоении территории по появлению особых структур фотоизображения.

Карта использования земель Северного Прибайкалья составлялась по той же технологической схеме, что и ландшафтная. При ее разработке использовались черно-белые, спектрально-контрастные космические снимки и цветные составные изображения, публикации и фондовые материалы, а также данные, собранные во время полевых экспериментальных работ. При составлении этой карты космическая информация служила основой для:

- 1) выявления категорий использования земель и их картографирования;
- 2) выявления пространственного положения социально-экономических объектов, качественные характеристики которых определялись традиционными методами;
- 3) определения возможного использования земель при помощи изучения связей между качественными характеристиками ландшафтов и применением земель в настоящее время.

Предварительная легенда включала категории земель, занятых сельскохозяйственными угодьями, а также целый ряд промышленных, транспортных и селитебных объектов.

Схема дешифрирования космических снимков уточнялась после полевой проверки правильности нанесения на карту ряда социально-экономических объектов.

В результате были определены также возможности использования космических снимков при картографировании категорий использования земель. В пределах Северного Прибайкалья применение космической информации не позволяет надежно определить размещение всех современных поселений. Некоторые небольшие по размерам населенные пункты и охотничьи заимки не были отдешифрированы с необходимой степенью надежности. Неуверенно распознаются объекты промышленного земле-

пользования, мелиоративные системы — как осушительные, так и обводнительные. Причиной этого является их незначительная протяженность.

Более уверенно распознаются на космических снимках искусственные водоемы: водохранилища, пруды, оросительные каналы, индигирующиеся полосами развивающейся вдоль русел гидрофильной растительности. Несколько лучше видна транспортная сеть — характерная линейная конфигурация транспортных объектов позволяет обнаруживать их в основном по сопровождающим транспортные пути нарушениям растительного покрова. Железная дорога — трасса БАМ — определяется по значительной ширине полосы отвода, в пределах которой уничтожена коренная растительность, а также по непрерывности и плавной конфигурации поворотов магистралей. Достаточно уверенно распознаются также шоссеиные дороги с твердым покрытием и улучшенные грунтовые. Они характеризуются непрерывностью фотоизображения, но в отличие от железных дорог более извилисты. Несколько затруднено их обнаружение на территориях степных дннл котловин — в этих природных комплексах их трудно отличить от грунтовых проселочных дорог. Линии электропередач выявляются лишь на отдельных участках в пределах лесопокрывных территорий по характеру просек, представляющих собой линии, прямолинейные участки которых сочленяются между собой с геометрической правильностью.

Достаточно уверенно опознаются на снимках пахотные угодья. Дифференциация естественных кормовых угодий на заливные, суходольные и заболоченные возможна лишь при использовании индикационных данных, т. е. по приуроченности их к определенным элементам ландшафтов картографируемой территории. Надежно распознаются лесопокрывные площади. Они могут быть дифференцированы на вырубкн, гарн, заболоченные участки. Могут быть выявлены территории с восстанавливающимся растительным покровом, а также и лишенные растительности.

Таким образом, космические снимки при картографировании использования земель были применены для оконтуривания сельскохозяйственных угодий и дифференцирования лесопокрывных территорий. Картографирование иных объектов выполнялось с привлечением дополнительной информации, собираемой традиционными методами. Знание ландшафтных особенностей региона позволило выделить пастбищные и сенокосные угодья в принятых градациях. Очевидно, что эти контуры могут отражать также возможности использования территории. Следует подчеркнуть, что выявляемые только на основании ландшафтной индикации категории землепользования нуждаются в полевой проверке. Для Северного Прибайкалья применение метода индикации природных территориальных комплексов при картографировании использования земель является рациональным,

так как позволяет показать комплексность современного использования угодий. Так, например, вблизи поселков лесные угодья могут быть лесными пастбищами, сенокосными угодьями, рекреационными и охотничьими угодьями — все эти виды использования можно индифференцировать вертикальными структурами ландшафтов и отражать на карте. Кроме того, может быть выявлено потенциальное развитие региона. Для Северного Прибайкалья, района современного интенсивного освоения, это особенно важно, так как открывает возможности планирования мероприятий по освоению и рациональному использованию природных ресурсов.

Комплексная карта рекомендуемых природоохранных мероприятий (комплексная природоохранная карта) создавалась на основании входящих в состав серии карт ландшафтной и использования земель. Ландшафтная карта служила для оценки ресурсного экологического потенциала территории. Показанные на ней природные территориальные комплексы позволяют судить о естественном сочетании природных ресурсов на этой территории, а ареалы антропогенных нарушений природных территориальных комплексов — об изменениях в ландшафте, вызванных тем или иным видом использования земель. Отраженная на карте использовавшаяся земель комплексность вовлечения в народное хозяйство природных ресурсов территории позволяет проследить связь естественных ресурсов с видами их использования и судить о потенциальном освоении территории. Таким образом, в результате дешифрирования космических фотоматериалов и составления исходных оригиналов карт могут быть получены данные:

- 1) о ресурсном потенциале картографируемой территории;
- 2) о современном использовании территории;
- 3) об изменениях ландшафта вследствие современного использования территории;
- 4) о рациональном (потенциальном) использовании территории и необходимых природоохранных мероприятиях.

Картографическая информация о природных ресурсах территории, их использовании в настоящее время и возможностях их вовлечения в хозяйственный оборот в будущем, дополненная сведениями о существующих природоохранных мероприятиях и об опыте рационализации того или иного вида хозяйственного использования или проведения рекультиваций, позволила приступить к созданию комплексной природоохранной карты. На этой карте отображены комплексы необходимых природоохранных мероприятий для каждой ресурсно-однородной группы ландшафтов. Таким образом, на карте нашли отражение мероприятия, рационализированные природопользование как в настоящее время, так и в будущем, необходимые в настоящее время рекультивации, а также регламентирующие природопользование юридические запреты.

## **VI. НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО КОМПЛЕКСНОМУ ТЕМАТИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ**

Большие экспериментальные работы, которые проводятся Госцентром «Природа» по комплексной картографической инвентаризации природных ресурсов на основе космической фотопроцессии, в том числе и для картографического обеспечения мероприятий по охране и рациональному их использованию, дают основание для некоторых обобщений и предложений по организации такого тематического картографирования для всего Советского Союза. Специфика составления тематических карт с использованием материалов космической съемки имеет две основные особенности:

1) необходимость наиболее полного отображения взаимосвязей в размещении объектов и явлений, состав и показатели которых определяются интересами рационального использования природных ресурсов и охраны среды;

2) сложность обеспечения согласования карт, создание которых возможно только усилиями специалистов разного профиля, работающих в учреждениях разнотипной ведомственной подчиненности.

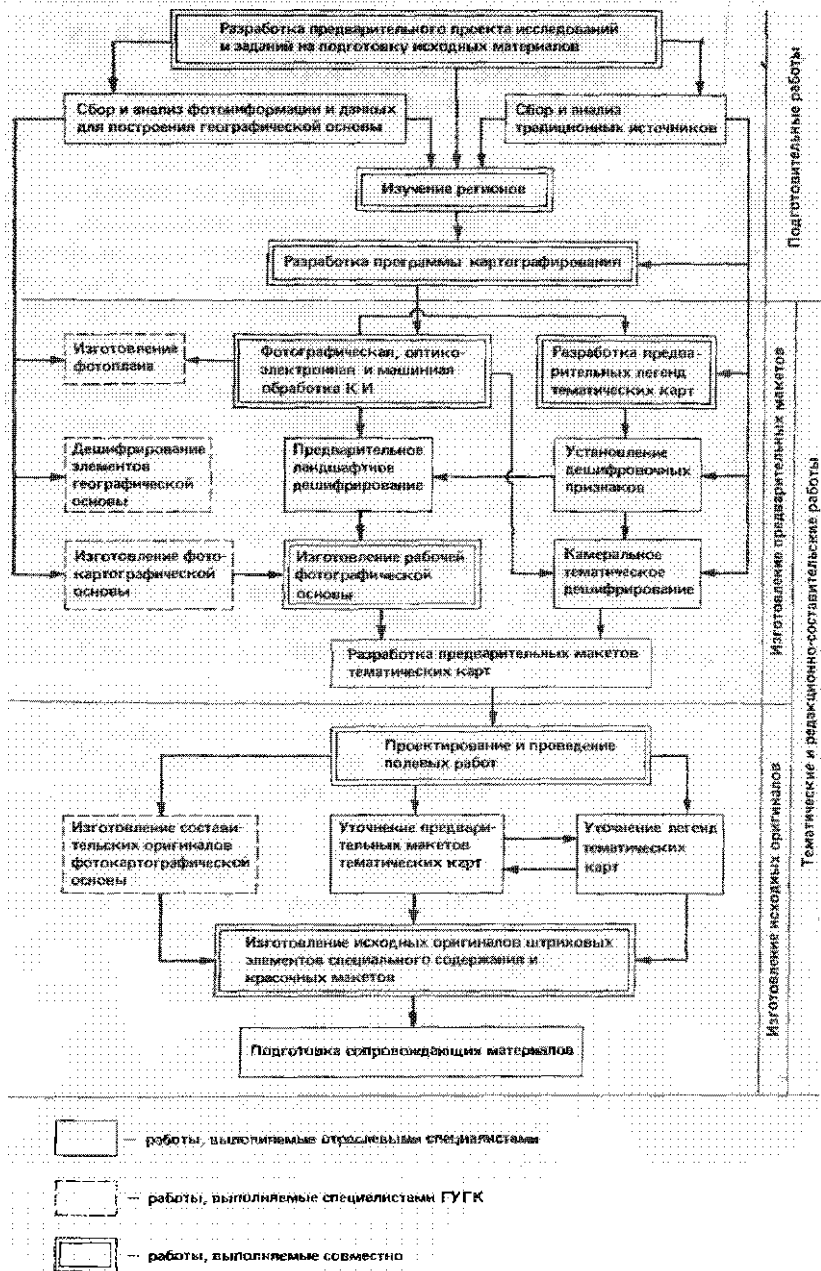
Использование космической информации при создании тематических карт средних и мелких масштабов требует координированной работы картографов, фотограмметристов, геодезистов и специалистов по другим направлениям наук о Земле. Традиционные картосоставительские процессы дополняются проведением полевых работ и результатами обработки космической видеонформации как важнейшего источника картосоставления. Блок-схема (табл. 48) иллюстрирует последовательность картографической обработки фотопроцессии при комплексном картографировании природных ресурсов.

Указанные обстоятельства усложняют общую организацию работ и руководство ими.

Картографирование мероприятий по охране среды рассматривается нами как органическая составная часть общегосударственного комплексного картографирования природных ресурсов страны с использованием космических средств. В работе по созданию серии тематических карт природных ресурсов любого региона на основе космических фотоматериалов, как правило, должны участвовать подразделения государственной картографо-геодезической службы, местные и общесоюзные научные и производственные организации отраслевых министерств,

Таблица 48

## Блок-схема картографической обработки космической информации



ведомств и Академии наук. Общая координация работы поручается одной из местных организаций, обладающей необходимыми материальными, финансовыми и кадровыми ресурсами. Картографические работы выполняются подразделениями ГУГК. При головной организации формируется Редакционный совет, ответственный за качественное выполнение всего объема работ и правильное решение принципиальных вопросов картографирования.

Постоянное руководство по комплексному тематическому картографированию осуществляется рабочей группой (лабораторией) головной организации, в составе которой особо важная роль принадлежит географу широкого профиля (ландшафтовед) и редактору-картографу. Участие этих специалистов и обеспечение ведущей роли в непосредственном руководстве работами должно планироваться с самого их начала до логического завершения — издания подготовленных материалов. Разделение труда между ландшафтоведом и редактором-картографом, участие каждого из них в редакционной работе на разных ее этапах зависят от конкретного содержания работ, типов создаваемых карт и субъективных данных. Роль этих специалистов во всех случаях очень велика. От их подготовки, квалификации, авторитета во многом зависит качество, научная и практическая ценность создаваемых материалов, в частности, их единство и внутренняя согласованность (системность).

Для создания комплексного картографического произведения совместными силами картографов и отраслевых специалистов должен быть разработан предварительный проект работ. Он должен включать обоснование проведения работ и их назначение; перечень создаваемых карт и их краткие аннотации (масштаб, географическая основа, тематическое содержание, тип оформления, компоновка, нарезка и др.); последовательность подготовки исходных материалов; предложения по составу исполнителей и формам организации работ; проект координационного плана-графика работ; смету расходов, данные по ожидаемой экономической эффективности; макеты компоновки.

Первоначальный проект работ разрабатывается по инициативе местных планирующих, административных, советских или партийных органов специально созданной рабочей группой специалистов отраслевых организаций и картографо-геодезической службы (по указанию ГУГК) и представляется для рассмотрения в местные директивные органы и в Главное управление геодезии и картографии. После утверждения проекта формируются рабочие органы и Редсовет.

Следует отметить большое значение качественного составления проекта. Разработка перечня документов, аннотирование, правильный подбор исполнителей и определение организационных форм работы требуют глубокого анализа особенностей кар-

тографируемого региона, требований к документам потенциальных потребителей карт, фотографической и картографической обеспеченности работ и технических условий их выполнения.

После утверждения проекта и предварительной программы рабочая группа готовит задания отраслевым организациям на подготовку исходных материалов. Этот документ определяет четкую организацию работ между рабочей группой и коллективом — разработчиком карты, характер, вид и содержание разрабатываемой документации и требования к исходному макету, пояснительным запискам и авторским указаниям. Особенно важна координация работ при комплексном тематическом картографировании с использованием космических материалов, так как далеко не все организации в настоящее время имеют достаточный опыт в их дешифрировании. В задание включаются такие разделы, как назначение серии карт, общая организация работы; требования к специальному содержанию разрабатываемой карты (показатели картографирования, классификации, условные обозначения, сводки по рамкам, согласование с картами смежной тематики и др.); требования к форме исходных материалов — макету, авторским указаниям, пояснительной записке; сроки и условия выполнения работ.

Сбор фотографической информации осуществляется рабочей группой параллельно с разработкой редакционных документов. Сбор производится с возможной полнотой по масштабам, видам и срокам съемки. Фотографическая, фотограмметрическая обработка и топографическая привязка снимков производится централизованно, и все заинтересованные организации обеспечиваются установленными комплектами документов. На базе фотоплана готовится фототопографическая основа тематических карт, на которой в общем случае целесообразно показать гидрографию (реки, озера, водохранилища, каналы и их названия); высотные отметки и урезы воды; внешний контур наиболее крупных населенных пунктов; важнейшие дороги.

Подготовительные работы завершаются разработкой программы серии карт, содержащей: обоснование постановки работ и их содержания; описание физико-географических и социально-экономических особенностей района картографирования, перспектив его хозяйственного развития; перечень карт и сопровождающей документации; требования к типам карт, их содержанию, способам их оформления и воспроизведения; технологию подготовки исходных оригиналов; координационный план-график выполнения работ.

Программа является основным редакционным документом, определяющим назначение, содержание и методы создания проектируемой серии карт. Она рассматривается и утверждается Редсоветом. Положения программы обязательны для всех участников работы независимо от ведомственной подчиненности организаций.



Тематические (авторские) и редакционно-составительские работы по серии карт делятся на два самостоятельных этапа:

- изготовление исходных макетов;
- изготовление исходных оригиналов карт.

Такой метод проведения тематических и редакционно-составительских работ позволяет выполнять их одновременно во многих организациях и обеспечивать в то же время необходимую согласованность карт.

На первом этапе основное внимание рабочей группы уделяется редактированию легенд тематических карт, выбору изобразительных средств, изготовлению рабочей фотокартографической основы, контролю составления предварительных исходных макетов карт.

При редактировании легенд необходимо обеспечить отбор взаимосвязанных показателей картографирования по всем элементам природного комплекса; сопоставимость в детализации легенд, характеризующих различные компоненты окружающей среды; оптимальное отображение новых данных, полученных путем дешифрирования космических изображений.

Сложность редактирования легенд в значительной степени объясняется все еще недостаточной разработанностью методики комплексного тематического картографирования по космическим фотоматериалам. Часто наблюдается стремление отраслевых специалистов сохранить полностью традиционное содержание карт, сложившееся в различных отраслях тематического картографирования, без учета основной цели работы и специфики используемых материалов. Между тем, традиционные отраслевые карты не отвечают задаче системного картографирования по космическим снимкам. В большинстве случаев необходимо создание новых легенд и новых типов карт, каждая из которых является составной частью картографической серии и в наибольшей степени приспособлена для передачи всего богатства сведений, получаемых в результате дистанционного зондирования.

Требуется дополнить и унифицировать систему традиционных изобразительных средств для целей комплексного картографирования. Разработать условные обозначения для новых элементов содержания, получаемых в результате космической съемки. Кроме того, многие обозначения отраслевых тематических карт требуют смыслового согласования и изменения применительно к задаче комплексного картографирования природных ресурсов, их рационального использования и охраны.

При отработке системы изобразительных средств для серии тематических карт необходимо в максимальной степени использовать традиции, сложившиеся в различных отраслях тематического картографирования; унифицировать смысловое значение и изображение отраслевых систем условных обозначений; разработать новые обозначения для элементов, не изображаемых на традиционных отраслевых картах; обеспечить наиболее бла-

госприятные условия для применения прогрессивной технологии подготовки карт к изданию.

Камеральное тематическое дешифрирование материалов космической съемки является делом отраслевых организаций. Однако использование этих материалов при создании серии карт требует от рабочей группы особого внимания к согласованию методик дешифрирования, условных обозначений и локализации линий и контуров при обработке снимков. С этой целью на рабочую фотокартографическую основу, в качестве которой используют копии черно-белых фотокарт, наносят изображение границ ландшафтных зон, являющихся при тематическом дешифрировании и составлении макетов опорным «жестким каркасом».

Перенос результатов дешифрирования на рабочую фотооснову лучше всего осуществлять в картографическом учреждении или в картографических подразделениях отраслевых организаций. Составление макетов производится по фотоизображению, имеющемуся на фотооснове и отдешифрованных снимках, с применением оптических приборов. Исходные макеты по оформлению предварительны. Раскраска контуров производится анилиновыми красками или цветными карандашами. Обязательной является оцифровка контуров на макете и в легенде.

На стадии изготовления окончательных исходных оригиналов карт основная задача рабочей группы заключается в организации и планировании полевых работ, подготовке доброкачественных составительских фотооснов, редактировании всех исходных материалов, подготовленных для воспроизведения карт.

В целях сокращения затрат на полевые работы, устранения дублирования особенно важно координировать исследования, выполняемые разными отраслевыми организациями, организовать работу всех комплексных групп специалистов на ключевых участках и маршрутах.

Основы для составительских работ готовятся на жесткой подложке, они имеют сплес фотоизображение и черный рисунок элементов топографии. Исходные оригиналы составляют, как правило, на картографическом производстве или в картографических подразделениях отраслевых организаций. При составлении карт по исправленным исходным макетам исправляют неточности в рисунке, уточняют легенды. Исходный оригинал должен содержать все штриховые элементы будущей карты и отвечать требованиям, предъявляемым к составительскому оригиналу. На фотокопии исходного оригинала готовится красочный макет карты.

Кроме графических оригиналов и макетов, на картографическое производство сдают текстовые сопровождающие материалы, перечень которых определяется программой работ. Обязательным документом являются авторские указания по составлению и оформлению карты, содержащие название карты,

масштаб, список исполнителей; характеристика основного содержания и применяемые способы изображения; рекомендации по составлению карты, по использованию основных и дополнительных источников; по согласованию с картами смежной тематики, по штриховому и красочному оформлению.

Учитывая новизну картографических произведений, составляемых на основе материалов космической съемки, крайне желательно сопровождать серии карт пояснительными записками, облегчающими использование карт в научных и практических целях, а также учет полученного опыта при работе в других регионах.

Важными разделами пояснительной записки являются:

общая часть (постановка задачи и средства ее решения);

природно-хозяйственная характеристика региона, основные направления природопользования, современное состояние природных ресурсов, задачи охраны среды;

картографическая и фотографическая изученность;

обоснование состава карт в серии, их содержания и масштаба;

методика подготовки карт, особенности использования космифотоматериалов;

рекомендации по использованию карт при планировании и проведении природоохранных мероприятий.

К пояснительной записке рекомендуется приложить статистические материалы выполненных картометрических работ, образцы дешифрирования, примеры решения тех или иных природоохранных задач.

Опыт показывает, что при комплексном картографировании территории с привлечением космических материалов в процессе работы выявляются новые, неизвестные ранее данные о природных ресурсах, которые могут найти практическое использование в народном хозяйстве еще до завершения полного цикла картографических работ (обнаружение месторождений полезных ископаемых, опасных состояний природных условий, антропогенных нарушений природных ресурсов и др.). Одной из важнейших задач рабочей группы является своевременное выявление новых сведений о природных ресурсах и их состоянии, оформление и передача рекомендаций заинтересованным ведомствам и организациям для внедрения.

1. *Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.* Иркутск, 1979.
2. *Аэрокосмические исследования Земли.* Отв. ред. С. В. Зоня. М., Наука, 1979.
3. *Викторов С. В.* Аэроландшафтная индикация последствий деятельности человека в пустынях. М., Недра, 1973.
4. *Викторов С. В.* Ландшафтные индикаторы гидрогеологических и инженерно-геологических условий в районах орошения и обводнения пустынь. М., Недра, 1976.
5. *Виноградов Б. В.* Космические методы изучения природной среды. М., Мысль, 1976.
6. *Виноградов Б. В.* Формы опустынивания по данным аэро- и космических съемок.—Проблемы освоения пустынь. 1976, № 3—4, с. 35—44.
7. *Виноградов Б. В.* Дистанционный мониторинг антропогенных экосистем.— В кн.: Научно-теоретические и организационные вопросы охраны окружающей среды. (Итоги науки и техники, сер. «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов»). М., ВИИТИ, 1978, т. 4, с. 75—150.
8. *Востокова Е. А.* Дистанционные методы изучения антропогенных изменений гидрогеологических условий и обеспечения охраны подземных вод. (Гидрогеология и инженерная геология). Обзор. ВИЭМС. М., 1979.
9. *Востокова Е. А.* Использование аэрокосмических фотоснимков при гидрогеологических исследованиях в пустынях. М., Недра, 1980.
10. *Востокова Е. А., Кельнер Ю. Г.* Картографирование природных ресурсов, охраны природы и окружающей среды.—Геодесия и картография, 1978, № 2, с. 54—59.
11. *Востокова Е. А., Кельнер Ю. Г.* Принципы системного картографирования природных ресурсов и их охраны по космическим фотоснимкам.— В кн.: Аэрокосмические методы в исследовании окружающей среды. Л., изд. ГО СССР, 1980, с. 71—91.
12. *Востокова Е. А., Маринов Н. А., Флоров Л. И.* Гидрогеологическое районирование Африки. Изв. АН СССР, сер. геол., 1972, № 2, с. 102—110.
13. *Гездецкий Н. А., Михайлов Н. Н.* Физическая география СССР. Азиатская часть. М., Мысль, 1978.
14. *Географо-картографические результаты космического эксперимента «Радуга» и перспективы многозональной съемки для оценки природных ресурсов восточных районов страны/ Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, Т. В. Котова и др.— В кн.: Картографическое обеспечение и планирование территориальных производственных систем Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1978, с. 109—119.*
15. *Григорьев Л. А.* Космическая индикация ландшафтов Земли. Л., Изд. ЛГУ, 1975.
16. *Гудилин И. С., Комаров И. С.* Применение аэрометодов при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях. М., Недра, 1978.
17. *Исаченко А. Г.* Пути синтетического изображения природных комплексов, измененных деятельностью человека.— В кн.: Проблема синтеза в картографии. М., изд. МГУ, 1972, с. 27—29.
18. *Исаченко А. Г.* Оптимизация природной среды. Географический аспект. М., Мысль, 1980.
19. *Использование космических снимков в тематическом картографировании (Картография).* Обзор. Отв. ред. Ю. Г. Кельнер. М., ЦНИИГАиК, 1979.

20. *Использование спутниковой информации в гидрологии.*—Труды Государственного гидрологического ин-та, 1976, вып. 237.
21. *Исследование природной среды космическими средствами.* Геология и геоморфология. (Сборник докладов). М., изд. АН СССР, 1973.
22. *Исследование природной среды космическими средствами.*—Геология и геоморфология. (Сборник докладов). М., изд. АН СССР, 1974, т. II.
23. *Исследование природной среды космическими средствами.*—География, методы космофотограмметрии. М., Наука, 1975, т. IV.
24. *Кленко Ю. П.* Проблемы космического природоисследования.—Геодезия и картография, 1976, № 4, с. 18—29.
25. *Книжников Ю. Ф.* Основы аэрокосмических методов географических исследований. М., изд. МГУ, 1980.
26. *Козлов В. В., Перминова В. Н., Сулиди-Кондратьев Е. Д.* Применение дистанционных методов для решения различных геологических задач за рубежом. М., ВИАМС, 1979.
27. *Космическая геология.* Геология, окружающая среда, системы информационного обслуживания. Ред. В. А. Кирюхин, Л. Недра, 1979.
28. *Космическая съемка и тематическое картографирование.* Методика обработки многозональных снимков. Ред. К. А. Салищев, Ю. Ф. Книжников. М., изд. МГУ, 1979.
29. *Космическая фотосъемка и геологические исследования.* Ред. Г. Б. Гошни, С. И. Стрельников. Л., Недра, 1975.
30. *Космические исследования земных ресурсов.* Ред. Ю. К. Ходарев, Я. Л. Зиман. М., Наука, 1976. 384 с.
31. *Кравцова В. И.* Космическое картографирование. М., изд. МГУ, 1977.
32. *Кутузов И. А., Кленко Ю. П.* Космическая картография в СССР.—Исследование Земли из космоса, № 1, 1980, с. 79—87.
33. *Макаров В. И.* Предварительная карта линсаментов территории СССР.—Изв. вузов. Геология и разведка, вып. 10, 1978, с. 30—34.
34. *Материалы международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования (СССР, Баку, 3—19 октября 1977).* Ред. Т. Е. Исамаилов. Баку, «Ейм», 1977.
35. *Николаев В. А.* Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. М., изд. МГУ, 1978.
36. *Об использовании материалов космических съемок при картографировании и изучении природных ресурсов/ Ю. П. Кленко, Л. И. Злобин, В. И. Бумблис и др.*—Геодезия и картография, № 4, 1978, с. 20—30.
37. *Поголяев Д. И., Шостина Л. А.* Природа и физико-географические районы Смоленской области.—В кн.: Смоленская область. Смоленск, Смоленское книжное изд., 1963, с. 68—91.
38. *Применение дистанционных методов при создании тематических карт* Ред. Л. Ф. Январева. М., МФГО, 1978.
39. *Результаты комплексного географического дешифрирования снимков с орбитальной станции «Салют»/ К. А. Салищев, Д. Л. Выщивкин, И. В. Копыл и др.*—Вестник МГУ, География, 1974, № 1, с. 18—23.
40. *Решетов Е. А.* Обновление топографических карт по космическим фотоснимкам.—Геодезия и картография, 1979, № 2, с. 23—25.
41. *Садов А. В., Ревзон А. Л.* Аэрокосмические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. М., Недра, 1979.
42. *Салищев К. А.* Принципы и задачи системного картографирования.—Изв. Всес. геогр. об-ва, 1968, т. 110, № 6, с. 480—489.
43. *Скатищев С. В.* Опыт применения космической информации для целей охраны природы и рационального использования природных ресурсов.—Геодезия и картография, № 4, 1976, с. 39—44.
44. *Состояние и перспективы использования космической информации в картографии/ Е. И. Аржанов, Л. К. Затонский, Л. И. Злобин, Ю. Г. Кольпер*—В кн.: Вопросы методики аэрокосмических съемок местности. М., МФГО, 1979, с. 3—11.
45. *Строение Туранской плиты по данным космической интерпретации геолого-географических и космо-геологических исследований* (в связи с пер-

- спективной нефтегазоносности)/ С. М. Богородский, В. П. Гаврилов, Л. Г. Кирюхин и др.—Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 93—112.
46. Тематическое картографирование по материалам космических съемок. (Тр. Госцентра «Природа», вып. 2). Отв. ред. Е. А. Востокова. М., ОИПН ЦНИИГАиК, 1978.
  47. Харин Н. Г. Дистанционные методы и охрана природы пустынь. М., Наука, 1980.
  48. Bodechtel J., Gierloff-Emden H. G. Weltraumbilder — die dritte Entdeckung der Erde. München, 1974.
  49. Cartographie thematique principes et realisation partielle d'un systeme./ Braconne S., Fontanel A., Guy M., Lallemand C.—Journées étude télédé-tect., Lyon, 1978, XXIV/39—XIV/56.
  50. Celvocoresses A. P., Ewen R. B. EROS cartographic progress.—Photo-gramm. Eng., 1973, v. 39, N 12, p. 1303—1309.
  51. Doyle F. J. Ortofotografia i rewizje map ze zdjec satelitanych — Zesz. nauk. AGH, 1977, N 537, p. 57—70.
  52. Ecological surveys from space. NASA, Wash., 1970, sp — 230, 75 p.
  53. Fourth Annual Symposium on machine Processing of remotely sensed data. West Lafayette, Ind., June 1977. Ed. D. B. Morrison, D. J. Scherer, New York, N. J., 1977.
  54. Gierloff-Emden H. G. Anwendung von Multispectral aufnahmen des ERTS-Satelliten zur Kleinstabigen Kartierung der Stockwerke amphibischer Kstenfraume am Beispiel der Küste von El Salvador.—Kartografā Nachr., 1974, v. 24, N 2, S. 54—76.
  55. Girard C. M. Analyse du pausage agricole (Région du Sud — Onestja) partier de documents de télédétection.—Bull. Soc. franç. photogramm., 1977, N 68, p. 6—14.
  56. Mac Kim H. L. Water resources by Satellite.—Militt. Eng., 1978, v. 70, N 455, p. 164—169.

ПРЕДИСЛОВИЕ (зам. директора Госцентра «Природа» Л. Н. Злобин)	3
ВВЕДЕНИЕ (Л. Н. Злобин, Е. А. Востокова, Ю. Г. Кельнер)	5
I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРИНЦИПЫ ПРИРОДООХРАНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ	8
I.1. Современное состояние тематического картографирования по материалам космических съемок (Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко)	8
I.2. Принципы составления по космическим фотоматериалам карт для обеспечения рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды (Е. А. Востокова, Ю. Г. Кельнер, С. В. Скатерщиков, Л. А. Шевченко)	17
II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КАРТ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	28
II.1. Ландшафтные карты как комплексные карты экологического потенциала (Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко, В. Л. Суценья, А. В. Амелин)	28
II.2. Карты современного состояния природных ресурсов и антропогенных ландшафтов (С. В. Скатерщиков, А. В. Амелин, С. В. Концов, В. Л. Суценья, Е. А. Востокова)	45
II.3. Карты рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды (С. В. Скатерщиков, Е. А. Востокова, А. В. Амелин)	59

III. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ	82
III.1. Методика составления исходных оригиналов карт (Е. А. Востокова, В. А. Сущенко)	82
III.2. Общие приемы дешифрирования космических фотоматериалов для создания серий карт природоохранной тематики (Л. А. Шевченко, В. А. Сущенко, Е. А. Востокова)	97
IV. ОСОБЕННОСТИ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФОТОСНИМКОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ	105
IV.1. Опыт дешифрирования космических фотоматериалов для создания карт природоохранной тематики (Е. А. Востокова, С. В. Концов, Т. С. Козлова)	105
IV.2. Сравнение результатов дешифрирования различных космических фотоматериалов (Е. А. Востокова, Л. А. Шевченко, С. В. Концов, Н. А. Пшенина, Т. С. Козлова, В. И. Рябчикова, Т. В. Амелина)	118
IV.3. Примеры экспериментального дешифрирования преобразованных материалов космической фотосъемки (А. В. Амелин, Т. В. Амелина, Е. А. Востокова, С. В. Концов, В. И. Рябчикова, Н. А. Пшенина, С. В. Скатерщиков, Л. А. Шевченко)	134
V. ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ СЕРИИ КАРТ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ	158
V.1. Карты лесо-болотных ландшафтов европейской части СССР (Нечерноземья) (В. А. Сущенко, Л. А. Шевченко, В. И. Соколова)	158
V.1.1. Смоленский аграрно-лесохозяйственный район	159
V.1.2. Солнечногорский аграрно-промышленный район	177



V.2.	
Карты пустынь Средней Азии (С. В. Скатерщиков, Е. А. Востокова, Т. С. Козлова, Н. А. Пшенина)	195
V.2.1.	
Серия карт Юго-Западных Кызылкумов	197
V.2.2.	
Серия карт Южного Приаралья	216
V.3.	
Карты горно-таежных ландшафтов Северного Прибайкалья (А. В. Амелин, Т. В. Амелина)	230
7. НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО КОМПЛЕКСНОМУ ТЕМАТИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ ФОТОМАТЕРИАЛАМ (Ю. Г. Кельнер, С. Ю. Антонова)	239
Список литературы	246

Елизавета Алексеевна Востокова  
Лиана Аристотельевна Шевченко  
Владимир Александрович Сушеня и др.

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Редактор издательства  
**Н. В. Протопопова**

Оформление художника  
**А. В. Шиловской**

Художественный редактор  
**Е. Л. Юрковская**

График-иллюстратор  
**А. Т. Царева**

Технические редакторы  
**Л. Я. Голова, Е. С. Сычева**

Корректор  
**Л. М. Кауфман**

Сдано в набор 26.04.82.  
Подписано в печать 10.11.82. Т-20824.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>.  
Бумага типографская № 1 и мелованная.  
Гарнитура «литературная».  
Печать высокая.  
Усл. печ. л. 16,5 с вкладкой.  
Усл. кр.-отт. 18,5.  
Уч.-изд. л. 18,01.  
Тираж 3600 экз.  
Заказ 1480/8488—15.  
Цена 1 р. 40 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра»,  
103633, Москва, К-12,  
Третьяковский проезд, 1/19.

Ленинградская типография № 4  
ордена Трудового Красного Знамени  
Ленинградского объединения «Техническая книга»  
им. Евгения Соколовых  
Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР  
по делам издательства, полиграфии  
и книжной торговли.  
191126, Ленинград,  
Социалистическая ул., 14.