

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
С И Б И Р С К О Е О Т Д Е Л Е Н И Е
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. 60-ЛЕТИЯ СОЮЗА ССР
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ
«АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИБИРИ

Ответственные редакторы
акад. *А. Л. Яншин*,
д-р геол.-мин. наук *В. А. Соловьев*



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1988

**Дистанционные исследования Сибири/В о р о б ь -
ев В. В., К а з н а ч е е в В. П., Г и т е л ь -
зон И. И. и др.— Новосибирск: Наука, 1988.**

Отражены проблемы и задачи прикладных исследований с применением аэрокосмической информации для народно-хозяйственных целей, для тематического картирования природных ресурсов районов активного освоения Сибири. Основное внимание уделено проблемам и перспективам развития космической антропоэкологии, дальнейшему совершенствованию технического обеспечения и усовершенствованию автоматизированной обработки изображений.

Книга рассчитана на исследователей, использующих аэрокосмическую информацию при изучении природных ресурсов.

А в т о р ы В. В. Воробьев, В. П. Казначеев, И. И. Гительзон, А. С. Алексеев, Л. К. Зятькова, А. Д. Анонасенко, А. В. Белов, И. В. Дорофеев, В. А. Кузьмин, С. Л. Молвинских, Л. А. Пластинин, В. М. Плюснин, В. П. Пяткин, А. Ф. Сидько, В. В. Ченилов, М. М. Шац, А. П. Шевыринов, Ф. Я. Сидько

Р е ц е н з е н т ы А. С. Лапухов, М. И. Нечепуренко

Редакционная коллегия

акад. А. Л. Яншин, д-р геол.-мин. наук В. А. Соловьев, акад. А. С. Алексеев, чл.-кор. АН СССР В. В. Воробьев, канд. геол.-мин. наук Л. К. Зятькова, акад. А. С. Исаев, акад. В. П. Казначеев, канд. физ.-мат. наук В. С. Киричук, акад. Ю. Е. Нестеризин, канд. геогр. наук Л. А. Пластинин, канд. физ.-мат. наук В. П. Пяткин, канд. биол. наук В. И. Семенов, чл.-кор. АН СССР И. И. Гительзон

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методы дистанционных исследований поверхности Земли в настоящее время входят не только в арсенал научных изысканий, но и в повседневную практику прогнозов, инвентаризации природных ресурсов, поисков минерального сырья, способствуют решению ряда народнохозяйственных и научно-технических задач.

К основным научно-техническим проблемам, связанным с использованием дистанционных методов, относятся развитие фундаментальных и прикладных исследований в науках о Земле, получение новых данных о строении географической оболочки, комплексный анализ и инвентаризация природных условий и ресурсов, разработка мероприятий по их рациональному использованию, охране и воспроизводству, контроль и прогнозирование нарушения природных процессов и явлений, обусловленных деятельностью человека, обновление основ общегеографических и тематических космофотокарт специального и общего назначения, развитие проблем космической антропоэкологии, широкое овладение исследователями системой автоматизированной обработки информации.

Таким образом, информация, получаемая дистанционными методами, имеет большое значение для управления процессом природопользования, для научного обоснования долгосрочных программ развития производительных сил, таких как программа «Сибирь».

В монографии не только отражены результаты исследований, требовавших объединения и творческого сотрудничества многих специалистов, но и ставятся новые проблемы использования космоса в мирных целях.

Результаты автоматизированной обработки материалов космических исследований Земли определяют развитие новых направлений в науках о Земле. На современном уровне развития цивилизации, в век научно-технической революции, проблема освоения территории Земли в различных регионах приобретает глобальный характер. Большое значение отводится изучению биосферы — одному из главных факторов, определяющих дальнейшее преобразование природной среды. Этим и объясняется взаимное влияние естественно-научных и прикладных междотраслевых разработок, все возрастающее значение междисциплинарных программ, объединяющих специалистов различных отраслей.

Предлагаемая монография — заключительная книга серии монографий по проблеме «Аэрокосмические исследования природных ресурсов», в которых отражены результаты многолетних работ, координируемых Научным советом по аэрокосмическим исследованиям.

Часть I

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТОК КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г Л А В А 1

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИБИРИ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Глубокие социальные и экономические преобразования, происходящие в Сибири, определяют и направление географических исследований в этом регионе, нацеленных на обеспечение комплексного освоения природных ресурсов, на вовлечение громадных неосвоенных пространств в сферу хозяйственной деятельности. Важное место при этом отводится проблеме оптимизации отношений между развивающейся экономикой этих районов и их природной средой, испытывающей на себе все возрастающее воздействие антропогенно-техногенного фактора.

Реализация крупных народнохозяйственных программ, таких как освоение нефтегазоносных ресурсов Западной Сибири, ресурсов зоны БАМ, развитие промышленно-энергетических комплексов в Ангара-Енисейском регионе (АЕР), вовлекает в сферу хозяйственного освоения очень большие территории, что определяет потребность в разнообразной региональной информации о природных условиях этих районов, их ресурсном потенциале, социальных и экономических предпосылках освоения. Такая комплексная информация обеспечит глубокую проработку различных прогнозных и плановых построений.

Своеобразие природных условий Сибири в значительной степени сказывается на процессе освоения этой территории. Необходимо подчеркнуть, что в процессе хозяйственного освоения Сибири на первый план выдвигается проблема охраны природной среды осваиваемых территорий из-за ее высокой степени чувствительности к различным антропогенным воздействиям.

Поэтому природные аспекты проблемы охраны окружающей среды стали главной задачей географических исследований.

Таким образом, в географических исследованиях Сибири довольно четко выделяются следующие направления:

- продолжают углубляться фундаментальные исследования по разработке теории геосистем как основы рационального «конструирования» природной среды осваиваемых регионов;

- проводится мелкомасштабное (обзорно-справочное), средне- и крупномасштабное тематическое картографирование природы, населения и хозяйства различных районов;

- разрабатывается комплексное географическое обеспечение конкретных региональных программ;

- развернуты исследования по проблеме охраны природной среды с целью разработки географических основ рационального природопользования.

В разработке и постановке географических исследований непрерывно совершенствуются принципы и методы, определяемые сложностью задач,

требованиями практики и освоением новых источников информации. К их числу относятся и аэрокосмические методы, которые все шире применяются в географических исследованиях и тематическом картографировании [Виноградов, Кондратьев, 1971; Григорьев, 1978; Смирнов, 1975; Исследования..., 1976; Виноградов, 1976, 1981, 1984; Кравцова, 1977; Орлов, 1978; Космическая съемка..., 1980; Аэрокосмические методы, 1981; Картографирование..., 1982; Новое в картографировании..., 1983; Современная проблема..., 1983; Григорьев, Кондратьев, 1985].

Важное принципиальное отличие космического исследования от традиционно-географических заключается в размерах объектов исследования. Если географы в последнее время обратились к изучению объектов малого размера, то при обработке локализованной информации полученные результаты нередко с успехом можно использовать и для описания объектов других масштабных уровней.

Использование космических материалов позволило по-новому подойти к изучению объектов природной среды и социально-экономических явлений. Как специфическое средство информации оно дает возможность получить новые сведения об объектах, сопоставить их с уже имеющимися, рассмотреть содержательную сторону космической информации как региональной формы обобщения, сравнительную информативность материалов космического исследования, их специфику применительно к задачам анализа и трансформации данных, реализовать междисциплинарное, конструктивное и интегральное начало с учетом главных классификационных аспектов географических явлений (природного, социального и экономического).

Разработка методических вопросов географического дешифрирования аэрокосмических фотоснимков сопровождается постановкой экспериментальных исследований на аэрокосмических полигонах. Такие работы проводятся на двух полигонах. На первом этапе определяется информационная емкость разномасштабных аэрокосмических материалов на разных уровнях иерархического изучения и картографирования природных процессов горных районов БАМа для установления экодинамического направления в прогнозе их развития. Такие исследования проводятся на Чарском аэрокосмическом полигоне в районе Удоканского промышленного узла. Экспериментальные работы на первом этапе предусматривают изучение динамики экзогенных процессов рельефообразования как составной части природных процессов этого региона в целом.

Экзогенные процессы рельефообразования в районе БАМа и в зоне перспективного народнохозяйственного освоения изучаются с целью определения прогноза их развития.

Такие исследования способствуют установлению закономерностей распространения, динамики качественного и количественного развития экзогенных процессов в регионе. Программы исследований опираются на аэрокосмические материалы и аэровизуальные и наземные наблюдения и съемки. При этом проводятся крупномасштабные аэросъемочные, аэрофотогодезические и наземные геодезические измерения на геодинимических площадках полигона для определения интенсивности многолетних, годовых и сезонных циклов развития процессов современного рельефообразования. В перспективе планируется проведение на полигоне подспутниковых аэрокосмических экспериментов и наблюдений синхронно с космическими съемками.

Анализ и обработка разновременных аэрокосмических материалов позволили разделить экзогенные процессы на катастрофические, умеренные и медленные, действующие в пределах соответствующих циклов. Для каждой из выделенных групп процессов были установлены определенные интервалы съемок и наблюдений. Сочетание аэрокосмических методов с полевыми аэрофотогодезическими и камеральными фотограмметрическими дало возможность получить количественные параметры их раз-

вития. В результате была составлена серия разномасштабных карт экзогенных процессов рельефообразования.

Институт географии СО АН СССР совместно с рядом научно-исследовательских организаций и ведомств участвует в проведении экспериментальных работ по комплексному картографированию избранных регионов по материалам космических фотосъемок. Такие работы выполняются на Прибайкальском аэрокосмическом полигоне.

Программой исследовательских работ предусматривалась разработка методики создания космофототематических карт (КФК) и непосредственная подготовка ряда таких карт (растительности, почв, экзогенных процессов рельефообразования и др.). При этом были проведены исследования информационной емкости аэрокосмических фотоснимков разных видов и масштабов, разработаны система признаков дешифрирования аэро- и космических фотоснимков на основе концепции космофотоструктур, принципы и методы создания ландшафтной основы (ЛО) для серии КФК, отработана методика составления конкретных карт серии с учетом их подготовки на единой ЛО.

Дешифрирование КФС базировалось на использовании системы признаков: прямых, косвенных, местоположения и движения (динамики). Полнота и достоверность интерпретации содержания КФС в значительной степени зависели от правильности построения и использования системы признаков дешифрирования исследуемых объектов. Информационная емкость различных КФС определялась в соответствии с задачами создания конкретных карт и в значительной степени зависела от масштаба КФС (при этом определенное значение имела высота фотографирования).

В ходе исследований по подготовке серии КФС выявлена необходимость создания единой ЛО, которая должна служить связующим звеном карт серии. При этом создание ЛО базировалось главным образом на классификации космофотоструктур конкретных КФС и созданных на их основе космофотопланов. Разграничение природных комплексов и объектов выполнялось по иерархическому подразделению космофотоструктур КФС.

Разработка ландшафтной карты-основы является как бы продолжением, детализацией процесса ландшафтного районирования. При этом внутри границ ландшафтов (макро- и топогеохор) с использованием средне- и крупномасштабных космофотоснимков установлены границы выделов ландшафтного картографирования — на уровне классов и групп фаций, так как дальнейшая ландшафтная дифференциация до уровня фаций возможна только с использованием аэрофотоснимков. На этом этапе содержательная сторона выделенных таксонов ландшафтной основы формируется как покомпонентная их характеристика, полученная в основном с использованием информации, извлекаемой из аэрокосмических фотоматериалов по прямым дешифровочным признакам, и только в отдельных случаях с привлечением косвенных дешифровочных признаков. При этом формируется характеристика морфоструктур и форм рельефа, устанавливается структура растительного покрова, выявляется характеристика увлаженности, определяются необходимые параметры гидросети, а в отдельных случаях устанавливается характеристика почвогрунтов. Интегральная их характеристика позволяет отработать легенду ландшафтной карты-основы, которая может использоваться отраслевыми специалистами для создания компонентных тематических карт, объединяемых в сопряженные серии на единой ландшафтной основе.

При разработке ландшафтной карты-основы целесообразно использовать аэро- и космические фотоснимки разных видов — черно-белые и спектральнозональные, а особенно — многозональные. При отсутствии многозональных фотоснимков на некоторые горно-таежные районы оптимальными оказались спектральнозональные фотоснимки. Они содержат достаточный материал для классификации растительности и увлаженности, а для ха-

характеристики рельефа их информативность близка информативности черно-белых фотоснимков.

Дифференциация ландшафтной структуры одного из районов нового освоения — Чарской котловины (территория Удоканского промузла), выполненная с использованием среднемасштабных спектрзональных космofотоснимков, позволила не только установить объективные границы ландшафтных выделов (на уровне классов и групп фаций), но и определить их генетическую основу [Пластинин, 1984]. При проверке установленных генетических характеристик ландшафтных выделов по геолого-геоморфологическим данным, полученным трудоемкими традиционными методами, была в основном подтверждена правильность полученных данных.

Подготовленная ландшафтная карта-основа позволит уже в ближайшее время создать серию сопряженных тематических карт природных условий и ресурсов этого региона. В составе серии базовых природных тематических карт могут быть созданы различные карты: геоморфологическая (на морфогенетической основе), растительности и почв, а также отраслевые — мерзлотная, гидрологическая, экзогенных процессов рельефообразования и др. Содержательная сторона ландшафтной основы позволяет наметить и ряд ресурсных карт — лесных, земельных, водных, а в перспективе — минеральных ресурсов.

Как отмечалось, ландшафтная основа должна использоваться и в качестве исходной для исследования и картографирования динамики природной среды, для сравнительного анализа и выводов о происходящих изменениях в ней, наконец (самое важное), она послужит для определения направления и интенсивности влияния человека на природную среду, для выявления и картографирования последствий антропогенного вмешательства.

Специальное содержание и легенды КФК разработаны на основе принципов и методов выделения конкретного объекта (его вида) или явления (процесса) картографирования в границах выделов ландшафтной основы. Это позволило подготовить серию карт (растительности, ландшафтов, почв и экзогенных процессов) на район Северного Прибайкалья. Такие карты являются исходными для составления всех других, предназначенных для изучения и обеспечения мероприятий по оптимизации природопользования.

На территории полигона были созданы также серии карт по использованию земель и природоохранных мероприятий. Карты создавались по черно-белым и частично цветным спектрзональным космическим снимкам среднего масштаба. Опыт работы с этими снимками показывает, что на них можно надежно дешифровать все основные виды использования земель, типичные для данной территории, т. е. выделить селитебные площади, участки, занятые промышленными предприятиями, искусственными сооружениями, мелпоративные системы, транспортную сеть и т. п.

В использовании аэрокосмической фотоинформации четко наметился и планомерно осуществляется ряд направлений. Ведущим является разработка принципов и методов применения материалов дистанционных съемок для составления тематических карт на район первоочередного освоения, предусмотренного программой «Сибирь», далее следует изучение особо опасных географических явлений, в том числе в зоне БАМ, для исследования и прогнозирования природных процессов во времени и в пространстве. Решение этих проблем позволит предложить оптимальную систему охраны природы и мониторинга.

Таким образом, задачи рационального природопользования и охраны среды должны базироваться на моделировании отдельных природных процессов и выявлении отношений, обусловленных антропогенным воздействием. Учет последних позволит найти пути нейтрализации техногенного влияния на ход и развитие природы, ее отдельные компоненты и ландшафты в целом.

Опыт использования аэрокосмических материалов в географических исследованиях Сибири показывает, что по мере совершенствования техники космической съемки они будут находить все более широкое применение при решении частных (отраслевых) и комплексных географических задач. Этому будет способствовать и процесс совершенствования методики использования аэрокосмической информации. Методические работы предусматривается проводить во все возрастающих объемах в рамках всех перечисленных направлений. Осуществление их в районах первоочередного освоения (зона БАМ, КАТЭК, АЕР и др.) обеспечит более эффективное решение основных прикладных задач, возникающих в процессе комплексного хозяйственного освоения ресурсов этих регионов.

Г Л А В А 2

ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

Все мероприятия, направленные на преобразование природы, определяют необходимость систематического наблюдения из космоса за ходом природных экзогенных процессов и изменений среды, связанных с антропогенно-техногенными нагрузками. В связи с этим при комплексных аэрокосмических исследованиях перед учеными встает ряд проблем и задач, часть из которых рассматривается в настоящей главе.

Первая проблема связана с изучением динамики эндо- и экзоморфогенных процессов дистанционными методами в районах активного освоения с различными природно-климатическими условиями. Это требует комплексных исследований на эталонных участках-полигонах, в пределах которых должны разрабатываться методы определения характеристик компонентов различных типов геосистем на основе аэрокосмических и наземных измерений. Все исследования направлены на изучение динамики развития как ландшафтных особенностей, так и современных рельефообразующих процессов, находящихся под влиянием естественных экзогенных процессов природно-климатической зональности.

Для этих целей могут быть предложены определенные районы исследований, например, районы быстрых смен природно-климатических зон (тундры, тайги, лесостепей, степей, полупустынь и пустынь), обусловленных как широтной, так и вертикальной зональностью, переходных ландшафтных зон, зон сопряжения различных типов структур платформенных и орогенных областей, заповедных зон, где возможны стационарные наземные наблюдения оптических, биогеофизических характеристик почв, растительности. Одновременно проводятся наблюдения с самолетов-лабораторий и орбитальных станций. Для проведения комплексных исследований и обработки данных наземных радиофизических, спектральных, тепловых, инфракрасных, биогеофизических, микроклиматических измерений, геоботанических и ландшафтных исследований в этих районах используются межведомственные и междисциплинарные связи. Такие комплексные исследования должны сопровождаться экспресс-обработкой первичных данных аэрокосмических и наземных исследований.

Сотрудничество специалистов разного профиля будет способствовать эффективному внедрению в практику научных результатов при создании Общесоюзной системы банка данных для контроля за состоянием природной среды.

Вторая проблема комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов Сибири связана с поисками полезных ископаемых, в част-

ности нефти и газа. В настоящее время геолого-геоморфологические исследования нефтегазоносных областей предполагают решение трех взаимосвязанных задач: создание банка информации о локальных структурах и их прогноз; оценка новейших тектонических движений и определение их роли в миграции и концентрации углеводородов; поиск неструктурных ловушек нефти и газа. Большое значение структурно-геоморфологических исследований при нефтепоисковых работах определяется рядом причин. Во-первых, многими данными подтвержден молодой возраст залежей нефти и газа; во-вторых, современные представления о механизме миграции углеводородов и образовании их скоплений вдоль активных разломов в более молодых отложениях свидетельствуют о влиянии новейших тектонических движений по этим разломам; в-третьих, в результате практического применения структурно-геоморфологических исследований при поисках районов распространения локальных структур, перспективных на нефть и газ, установлены связи между неотектоническими, морфоструктурными характеристиками и показателями нефтеносности.

Известно также, что в последнее время при поисках нефти и газа большое значение имеют неструктурные ловушки. К ним относятся погребенные речные системы, дельты, авандельты, которые часто фиксируются на космических снимках определенных съемок.

Третья проблема связана с изучением современных тектонических движений.

Результаты наблюдений из космоса дают возможность охарактеризовать проявления современных тектонических движений на обширных территориях. Последние достижения в области структурно-геоморфологических исследований с применением дешифрирования аэрокосмических материалов позволяют использовать фотокосмическую информацию при изучении современных тектонических движений в пределах горных и равнинных областей Сибири. Большое внимание уделяется в основном дешифрированию аэрокосмических материалов с целью изучения характера выраженности разрывных нарушений в современном рельефе. Проведенные исследования позволили в Алтае-Саянской горной области и в пределах ее сопряжения с Западно-Сибирской равниной выявить наибольшую активизацию современных тектонических движений в районах стыков разнонаправленных глубинных разломов. Эти движения как бы способствуют образованию тектонических блоков-клиньев, создавая мозаичное строение горстово-блоковых поднятий.

В дальнейшем анализ дешифрирования аэрокосмической информации необходим при комплексных структурно-геоморфологических исследованиях динамики современных тектонических движений, при выделении конкретных районов для изучения геодинамических эндо- и экзогенных процессов, для оценки роли разломов в формировании современного структурного плана равнинных и горных областей Сибири.

Четвертой проблемой дистанционных исследований является изучение морфоструктур центрального типа Сибири и Дальнего Востока.

В настоящее время вопрос о природе «кольцевых» (изометрических) образований — структур центрального типа — стоит наиболее остро*.

Своеобразные геолого-геоморфологические условия Западной Сибири, глубокое залегание коренных пород фундамента под мощным чехлом рых-

* Этому сложному, дискуссионному вопросу было посвящено специальное со-
общение «Морфоструктуры центрального типа Сибири и Дальнего Востока». Необходи-
мость в его проведении была обусловлена результатами аэрокосмических исследо-
ваний последних лет, показавшими, что морфоструктуры и структуры центрального
типа характеризуются широким развитием и являются новым важным объектом гео-
морфологических и геологических исследований, без изучения которых невозможно
познание строения нашей планеты и решение множества прикладных задач. В частнос-
ти, одна из них связана с разработкой дистанционных методов выделения изомет-
рических образований в Западной Сибири.

лых отложений мезозоя и кайнозоя, широтная и вертикальная природно-климатическая зональность с экзоморфодинамическими процессами тундры, тайги, лесостепей и степей— это обуславливает различные подходы к изучению отражения изометрических (кольцевых) образований разного генезиса на космических снимках. Разработка дистанционных методов выделения изометрических структурных образований, имеющих различные оптические свойства отражения на космических снимках,— одна из важнейших задач, решению которой посвящены многочисленные публикации. В них рассматриваются принципы построения оптической классификации ландшафтов, оптические свойства поверхности Земли и ее структур, решаются вопросы дешифрирования кольцевых, линейных образований.

Как известно, экзогенные процессы в каждой природно-климатической зоне затушевывают специфические особенности отражения структур на космических снимках, создают псевдотектонический эффект. При дешифрировании это требует своеобразных подходов. Нами предлагаются геондикационные и ландшафтно-индикационные методы структурно-геоморфологических исследований.

К геондикационным относятся методы геологических, структурно-геоморфологических, количественно-инструментально-статистических, морфометрических исследований, связанных с тематическими исследованиями структурных особенностей и их отражениями на космических снимках. Они дают возможность выявлять глубинные неоднородности геологических условий, псевдотектонические факторы механических воздействий, обуславливающие гравитационные процессы, геотермическое, геохимическое воздействие грунтовых вод, выделять границы мегаструктур, зон сопряжения переходных зон сочленения платформ и орогенов, структур первого порядка молодых и древних платформ, а также сводово-блоковые, глыбовые, дуговые, линейно вытянутые, овальные-изометрические кольцевые образования.

Ландшафтно-индикационные методы объединяют методы изучения смены растительных, почвенных и других ландшафтных компонентов, отражающих особенности строения рельефа, морфоструктурных особенностей, методы изучения современных и древних экзогенных процессов, палеогеоморфологических реконструкций. С этой целью детально исследуются смена растительности, почвенные ассоциации с учетом природно-климатической зональности, спрямленные элементы рельефа, кольцевые (изометрические) структуры, реликтовые бассейны, впадины, древние долины, излучины озерных впадин.

Для проведения указанных исследований, детального структурно-геоморфологического анализа, изучения структур более низкого порядка, морфоскульптурных особенностей, влияния современных и древних экзогенных процессов, а также для палеоморфоскульптурных реконструкций нами использовались снимки с ИСЗ системы «Метеор», NOOA, ESSA, крупномасштабные аэрокосмические снимки.

Кроме того, изучались оптические плотности, изменение фототона в пределах сопряжения структурных элементов, рисунок гидросети, спрямленные элементы, дуговые, округлые резкие смены фототона, обусловленные ландшафтными особенностями широтной и вертикальной природно-климатической зональности, резкой сменой литологии подстилающих пород. Для этого анализировались снимки разных сезонов, залетов ряда лет. Особенно интересны материалы весенне-осенних съемок, когда уровень грунтовых вод наивысший, что влияет на тональность снимков. Для выявления изометрических фотоаномалий и их корреляции с геологическими и геофизическими данными результаты дешифрирования ТВ космических снимков сопоставлялись с геологическими и геофизическими данными. Оказалось, что большая часть фотоаномалий частично или пол-

ностью совпадает с выходами интрузий основного или кислого состава фундамента.

Так, из всех 393 изометрических образований, выделенных в пределах Западно-Сибирской равнины, Сибирской платформы, Северного Казахстана, 113 приурочены к основным (габброидным) интрузиям, 105 — к кислым (гранитоидным) интрузиям фундамента, 49 — к бессточным древним озерным котловинам, 126 — неясного происхождения. По генетическим признакам изометрические (кольцевые) образования делятся на эндо-, экзо-, космо- и техногенные.

При дешифрировании космических снимков особого внимания заслуживают объекты округлой формы неясного происхождения, выделяемые в виде темных пятен на светлом фоне и светлых на темном, которые многими исследователями называются «кольцевыми» структурами. Однако образование большинства кольцевых структур вызвано геодинамическими внутриземными причинами — в результате проявления различной теплопроводности горных пород и их намагниченности. Поэтому причина появления «пятен» на космоснимках — не только структурные особенности, но и сезонные процессы, связанные как с поднятием грунтовых вод, влияющих на теплопроводность горных пород, так и с реликтивными палеоруслами и бессточными котловинами.

Так, в районе левобережья Ишима, Иртыша, около оз. Балхаш большая часть изометрических образований приурочена к бессточным котловинам, к древним сухим руслам. На космических снимках, особенно весенне-осеннего периода, эти образования отображаются резким темным тоном на общем сером фоне снимка. Такие «потемнения» выделяются не на всех снимках, а чаще всего на весенне-осенних, поэтому образование пятен можно объяснить поднятием в этот период грунтовых вод.

Таким образом, изометрические фотоаномалии на космических снимках отражают не только структуры, но и динамику — сам процесс, явления, связанные с сезонной увлажненностью. Поэтому необходимо тщательно и строго проводить «разбраковку» и изометрических, и спрямленных образований, учитывая, что причиной смены фототона являются тепловая разница пород, геодинамическая и геохимическая активность процессов в зависимости от сезона съемки и ее вида, резкая разница плотности пород, а порой даже плохо «отработанный» негатив или снимок. Это заставляет использовать фотоархив — банк информации снимков залетов прошлых лет.

Кроме того, одной из причин несовпадения кольцевых образований с элементами глубинного строения Земли могут быть ландшафтные особенности Сибири и Крайнего Севера, где экзогенные процессы, обусловленные многолетней мерзлотой, создают мозаичный изометрический ландшафт, дальнейшее изучение которого позволит выделить изометрические структуры, не связанные с геологическими объектами.

Проведенный анализ еще раз подтверждает генетическую дифференцированность спрямленных и изометрических образований в Западной, Средней Сибири, необходимость учитывать при разработке легенд космогеологических карт для молодых платформ, орогенных эпиплатформенных и эпигеосинклинальных областей эндо- и экзоморфодинамические процессы, обусловленные природно-климатической зональностью.

За последние годы в изучении строения и истории развития морфоструктур и структур центрального типа различного ранга достигнуты большие успехи. Для ряда районов составлены геологические, тектонические, металлогенические, морфоструктурные карты и схемы, на которых отражены морфоструктуры центрального типа (МЦТ). Положено начало углубленному изучению металлогенической роли МЦТ и закономерностей формирования и размещения в них месторождений полезных ископаемых. Дальнейшее развитие получают методы физического моделирования морфоструктур (структур) центрального типа, позволяющие при-

близиться к познанию сущности природных процессов их формирования. При изучении МЦТ используется концепция геолого-геоморфологической конформности, нацеливающая исследователей на выявление глубоких пространственно-генетических связей между геоморфологической «формой» и геологическим «содержанием» морфоструктур. При исследовании МЦТ Сибири, Дальнего Востока и других регионов страны получены во многом сходные результаты, что позволяет выполнять межрегиональные корреляции. Для многих районов и участков составлены карты прогнозно-поискового содержания, где МЦТ являются основными рудоконцептирующими объектами.

Вместе с тем отмечается недостаточная связь между научно-исследовательскими и производственными организациями, а следствие этого — продолжающаяся практика составления геологических и других карт без учета новых данных о МЦТ, отсутствие комплексного подхода к изучению рельефа, структуры и вещества МЦТ, мало внимания уделяется математическим методам изучения МЦТ, слабо разработана и унифицирована методика выявления и анализа МЦТ с использованием данных дистанционного зондирования, отсутствуют руководства по картированию МЦТ, терминологические справочники и атласы разнотипных МЦТ, не получило достаточного распространения моделирование процессов формирования МЦТ и др.

Учитывая возрастающее значение анализа МЦТ при решении различных прикладных задач, необходимо разработать программы работ на полигонах специализированных исследований структур центрального типа и активизировать работы по их геологическому картированию.

В дальнейших исследованиях морфоструктур и структур центрального типа предлагается обратить особое внимание на разработку общей теории развития морфоструктур центрального типа, их классификации, систематики комплексного подхода к изучению МЦТ, внедрение математических методов в практику исследования МЦТ и разработку более современной методики моделирования МЦТ, совершенствование методики морфоструктурного картирования и картографирования МЦТ, изучение закономерностей размещения полезных ископаемых в МЦТ различного типа и ранга, совершенствование методики их прогнозирования и поисков.

Пятая проблема комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов Сибири связана с автоматизацией тематической обработки комплексных изображений при оценке состояния природных ресурсов. Это позволит решать задачи оценки состояния лесных и водных ресурсов, проблем, поиска полезных ископаемых и охраны окружающей среды. Оперативность получения конечного результата требует рационального использования времени для выбора методов автоматизированного дешифрирования, учета их возможностей для решения конкретной тематической задачи.

Так, при определении площадей исследуемых объектов, прежде всего на снимках выделяются участки по тоновым или текстурным особенностям (выявление аномалий) — процесс обработки сводится к внутриконтурному анализу участков для определения однородных объектов.

Общая схема тематической обработки включает следующие основные этапы:

- статистический анализ априорных данных, обеспечивающий выбор эталонов и оптимальных сроков съемки;
- накопление и анализ дешифровочных признаков исследуемых объектов;
- выделение на изображении границ однородных областей;
- автоматизированная классификация исследуемых объектов;
- идентификация (присвоение выделенному классу тематического содержания).

Таким образом, все поднятые проблемы, в том числе автоматизированная обработка материалов космических съемок и визуальных наблюдений, являются фундаментальной базой исследований рационального использования природных ресурсов, которые имеют большое значение для контроля охраны окружающей среды, требуют быстрой оценки событий и принятия соответствующих решений.

Г Л А В А 3

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ АКТИВНОГО ОСВОЕНИЯ СИБИРИ

Г. И. Марчук в своей монографии «Математическое моделирование в проблеме окружающей среды» [1982] отмечал, что интенсивное развитие промышленности, загрязнение окружающей среды уже становятся ощутимыми для экологического равновесия многих регионов нашей планеты. Поэтому особое внимание сейчас уделяется вопросам математического моделирования оптимизационных проблем, связанных с охраной окружающей среды.

Выделение структурно-геоморфологических комплексов, учитывающих как геолого-геоморфологические особенности, так и природно-климатическую зональность, могут иметь большое значение. При исследовании структурно-геоморфологических комплексов нужно учитывать особенности природно-климатических зон, изменения ландшафтов, которые могут возникнуть в процессе воздействия антропогенно-техногенных факторов. Поэтому в последнее время в практику широко входит ландшафтное прогнозирование [Исаченко, 1980; Сочава, 1972а, б, 1974а, б, 1978].

Под ландшафтным прогнозированием понимается изучение динамических процессов в развитии структурно-геоморфологических комплексов. Разработка ландшафтного прогноза должна основываться на результатах отраслевого прогнозирования. Ландшафтно-геохимическое прогнозирование направлено на изучение изменения природной среды как локального, так и регионального уровней [Снытко и др., 1984].

Известно, что даже в условиях интенсивного воздействия техногенного фактора природная составляющая все-таки преобладает над техногенной, поэтому надо учитывать естественные изменения природной среды. Однако в районах активного освоения техногенный фактор не зависит от природного, и при ландшафтно-геохимическом прогнозе нужно учитывать, с одной стороны, естественные, эволюционные и динамические тенденции и закономерности в развитии природной среды, а с другой — влияние этого фактора [Снытко и др., 1983, 1984].

Так, для районов БАМа, КАТЭК проводилось и проводится детальное стационарное изучение ландшафтных особенностей в условиях усиливающегося техногенного воздействия на природную среду и ландшафтно-геохимическое районирование. Этот регион заслуживает особого внимания как район, расположенный в пределах переходной структурно-геоморфологической зоны в предгорно-равнинных условиях.

Для охраны природной среды введена система кадастров природных ресурсов, качественно новая ступень обобщения и регистрации данных о природных ресурсах. Кадастровая информация предусматривает комплексное рациональное использование природных ресурсов в соответствии с планами и задачами освоения Сибири [Замков, 1984].

Поэтому природные естественные ресурсы рассматриваются как определенное звено, составная часть природы, во всей системе народного хо-

зайства для сохранения и обеспечения экологического равновесия в природе.

Рациональное использование природных ресурсов тесно связано с задачами развития территориально-производственных комплексов различных рангов, начиная с крупных экономических районов страны, союзных республик, включая областные и районные административно-хозяйственные подразделения.

При изучении изменения природных явлений, связанных с природно-климатической зональностью, проявлением новейших тектонических движений и техногенными процессами, на космических снимках или дубли-негативах особое внимание следует обратить на изменение фототона. Новую информацию может дать контрастная индификация фототональности. Поэтому на снимках необходимо выделять районы или участки с нормальной и повышенной контрастностью фототона, уточнять причину этого явления, особенно при сравнении снимков разных сезонов, разных лет съемок. Выделенные фотоаномалии могут иметь линейные или пизометрические (кольцевые) формы.

В настоящее время перед исследователями стоит задача с помощью аэрокосмической информации изучать ландшафтные изменения, проводить геолого-географический прогноз. Как отмечал В. Б. Сочава, «географический прогноз — это разработка представлений о природных географических системах будущего, а именно об их изменениях, могущих возникать в процессе спонтанного развития, но чаще всего вследствие деятельности человека по освоению местности, разработке природных ресурсов и в связи с другими его воздействиями на окружающую среду» [Сочава, 1978, с. 292]. Поэтому в практике применения космической информации большее значение отводится ландшафтному прогнозированию, а именно — изменению динамики частных физико-географических, экзогенных процессов, природных образований. Космическая фотоинформация позволяет прогнозировать ландшафтно-геохимическую ситуацию, которая может возникнуть под влиянием техногенных процессов, вызванных деятельностью человека при освоении природных ресурсов. Таким образом, использование космических телевизионных снимков, анализ топоосновы и всего имеющегося геолого-геоморфологического и ландшафтного материала позволяет прогнозировать возможные изменения в пределах структурно-геоморфологических комплексов при антропогенном вмешательстве и решать, а может быть, предотвращать нежелательные последствия воздействия на окружающую природную среду [Гоним, 1980].

Понятие «окружающая среда» нельзя сопоставлять с понятием «географическая среда», которое возникло значительно раньше. Как известно, «окружающая среда» тесно связана с деятельностью человека, с процессами индустриализации, освоения и эксплуатации природных ресурсов, так как именно эти процессы постоянно изменяют облик и структуру ландшафта, совокупность которых и представляет географическую среду. Следовательно, окружающая среда является частью географической среды. Окружающая среда определяется как пространство жизнедеятельности человека в отличие от ландшафтов, которые в основном зависят от природно-климатической зональности. В последнее время усилилось внимание к проблеме устойчивости ландшафта, так как стали возможны любые преобразования природных ландшафтов.

Возникает необходимость составления комплексных тематических космофотокарт, которые бы включали топографические, геоморфологические, гидрографические данные, данные современной морфодинамики и прогноз развития природных условий.

Итак, космофотокарта должна отображать материалы, необходимые для изучения морфогенеза. Поэтому рекомендуется составлять серии совмещенных карт на один и тот же регион. Это морфоструктурные и морфоскульптурные, морфометрические карты, карты факторов динамики релье-

фа, районирования распространения экзогенных рельефообразующих процессов, динамики морфосистем и их границ, прогнозные карты экзогенных процессов для районов активного освоения территории и т. д. Такие серии карт позволят всесторонне оценить процессы рельефообразования и определяющие их факторы [Сладкопевцев, 1984].

Морфоструктурные факторы динамики рельефа определяют динамику унаследованных, инверсионных и гетерогенных процессов. Для центральных районов Западной Сибири, где отмечается более активное влияние антропогенно-техногенного фактора в связи с освоением нефтяных и газовых месторождений, составляются схемы основных структурных особенностей, геоморфологических особенностей с элементами новейшей тектоники, основного районирования распространений геоиндикационных процессов и антропогенно-техногенной нагрузки по данным дистанционных и наземных исследований, а также схема распространения основных геодинамических процессов по данным дистанционных исследований.

Нами были рассмотрены особенности рельефообразующих процессов в пределах различных структурно-геоморфологических комплексов Центрального Приобья. Этот район активного освоения расположен в пределах различных природно-климатических зон с разным влиянием эндогенного и экзогенного факторов [Зятыкова, 1979]. Выделенные районы четко контролируются верхним ярусом современного рельефа и различным геологическим строением как фундамента, так и платформенного чехла и современными структурно-геоморфологическими особенностями.

Таким образом, в связи с активным освоением природных ресурсов Западной Сибири наиболее актуальной становится проблема изучения экзогенной динамики рельефа, ее активности и тенденций преобразования, а также прогноз развития природной среды. Успешное решение этой проблемы зависит от комплексных исследований с использованием дистанционных методов с проверочными наземными работами. Для этой цели необходимо составлять прогнозные карты динамики природной среды, выделять наиболее напряженные участки, проводить ландшафтное прогнозирование.

На основании изучения трех типов основных природных объектов, связанных с речными долинами, склонами, водораздельными пространствами, а также рельефообразующих процессов различных природно-климатических зон была составлена схема распространения основных геодинамических процессов по данным дистанционных и наземных исследований, что позволило выделить районы распространения геодинамических процессов, связанных с деятельностью речных долин, районы склоновых процессов с биогеодинамическими процессами, с активной болотной солифлюкцией и процессами заболачивания, а также водоразделы с эрозионными процессами.

При использовании дистанционных методов в тех или иных районах необходимо четко разграничивать исследования, направленные на изучение геодинамических процессов, явлений и конкретных природно-ландшафтных объектов.

Выделенные генетические группы геодинамических процессов, так же как эндо- и экзогенные, гипергенно-экзодинамические, техногенно-антропогенные, различны по характеру, что обусловлено природно-климатической зональностью.

При классификации природных объектов необходимо выделять морфоструктурные особенности платформенных орогенных и переходных зон, зон сопряжения, сочленения платформ и орогенов. Морфоскульптурные особенности должны рассматриваться как гравитационные (обвалы, осыпи и т. д.), термодинамические (солифлюкционные, связанные с физическим выветриванием), гидрхимические карстовые формы рельефа, аэродинамические (эоловые формы рельефа) и биогеодинамические, связанные с заболачиванием.

В зависимости от поставленных задач, разнообразия природных объектов и явлений, проявления экзогенных процессов в районах активного освоения предлагается три группы дистанционных методов:

геоиндикационные структурно-геоморфологические для изучения в основном эндогенных процессов и объектов, связанных с геологическими особенностями;

ландшафтно-индикационные, применяемые главным образом при изучении морфоскульптурных особенностей, связанных с природно-климатической зональностью;

комплекс методов дистанционных исследований, связанных с изучением техногенно-антропогенной нагрузки на природную среду.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена значительная природная неоднородность районов активного освоения Сибири, что требует различных подходов в изучении.

Районирование с использованием дистанционных методов исследований основных факторов рельефообразования, динамики природных особенностей позволяет выяснить и прогнозировать ландшафтные преобразования в связи с активизацией техногенно-антропогенного фактора, а также решать задачи предотвращения нежелательных последствий деятельности человека на окружающую природную среду.

Г Л А В А 4

ПРОБЛЕМЫ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОСФЕРЫ

Многие научные задачи, связанные с охраной и рациональным использованием природных ресурсов, определением биологической продуктивности, содержанием и распределением фитопланктона и других растительных ценозов внутренних водоемов, морей и океанов, могут быть успешно решены спектрофотометрическими, в частности дистанционными спектрофотометрическими, методами.

Спектрофотометрические методы, основанные на анализе физических параметров падающего и отражающего электромагнитного излучения, позволяют косвенным путем осуществлять оперативный масштабный контроль за процессами изменения гидрологических режимов, динамикой развития и биологической продуктивностью водных экосистем, определять смену видового состава фитопланктона, устанавливать взаимосвязь между важнейшими гидрооптическими и гидробиологическими характеристиками.

Содержание хлорофилла, его суточная и сезонная динамика, видовой состав водорослей являются наиболее общими показателями фотосинтетической активности и биомассы фитопланктона. Спектральный состав излучения, выходящего из толщи воды, несет информацию о содержании и распределении растворенных веществ, пигментах фитопланктона, о взвеси гидрозольных частиц и т. д. Это обусловлено селективной поглощательной и рассеивающей способностью воды, растворенных веществ, пигментов фитопланктона и взвесей других гидрозольных частиц. Следует отметить, что содержание и распределение фитопланктона в пределах одного водохранилища, озера, водоема очень сильно изменяются не только по горизонтали и вертикали, но и по видовому составу и численности. Различные виды фитопланктона характеризуются качественным и количественным составом хлорофилла, каротиноидов, фикобелинов. На содержание и распределение фитопланктона влияют внешние погодные условия, освещенность, а также сезонная фаза развития.

Большинство традиционных гидробиологических методов определения концентрации хлорофилла и других пигментов фитопланктона основано на спектрофотометрировании экстрактов пигментов водорослей, осажденных путем центрифугирования или фильтрации проб воды. Эти методы как правило, весьма трудоемки, что ограничивает их возможности при составлении общей гидробиологической обстановки (карт распределения фитопланктона, зон трофикации, масштабов загрязнения в больших водоемах и др.).

Эффективность гидробиологических исследований можно значительно повысить, если использовать экспрессные оптические методы.

Наиболее результативным представляется применение дистанционных оптических методов с использованием аэрокосмических носителей. Однако решение возникающих при этом проблем требует разработки комплексной целевой программы с согласованными тематически и во времени действиями.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА РАСТИТЕЛЬНЫХ ЦЕНОЗОВ

Основная цель теоретических и экспериментальных исследований содержания хлорофилла в биосфере — разработка оптических методов, особенно оптических дистанционных методов, и создание аппаратуры для непрерывной регистрации и анализа (мониторинга) пространственной структуры, состояния и продуктивности биоценозов суши, морских и пресных вод на основе измерения распределения хлорофилла в биосфере оптическими датчиками, располагаемыми на ИСЗ, самолетах и судах. В результате должен быть создан метод измерения распределения хлорофилла и других биологических пигментов на планете, предложены алгоритм обработки поступающей с ИСЗ информации и ее сравнение с разрабатываемой глобальной моделью динамики фотосинтеза в зависимости от времени года, погодных условий и деятельности человека. Потребителями информации могут быть сельское хозяйство, рыбное хозяйство, океанология, гидрометеослужба, санитарная служба и т. д.

Хлорофилл содержится во всех растениях суши и моря, участвует в основном планетарном биоэнергетическом процессе, преобразующем солнечную энергию в энергию химических связей создаваемой биомассы растений. Фотосинтез определяет первичную продукцию биомассы, являющейся источником энергии всех биологических и биогеохимических процессов, образующих круговорот веществ в биосфере Земли. Глобальное слежение за ходом этих процессов является необходимым условием плановых действий по сохранению и оптимизации биосферы. Общее количество и распределение хлорофилла на облучаемой поверхности планеты относятся к числу ключевых факторов, определяющих продуктивность биоценозов и биосферы в целом.

В основе разрабатываемой системы мониторинга лежит определение экспрессными оптическими методами содержания и пространственного распределения хлорофилла высших и низших растений суши и водных ценозов. Хлорофилл представляет собой пигмент с резко выраженным селективным спектром поглощения в видимой области спектра. На этом свойстве хлорофилла может быть основан оптический метод измерения его количества по спектральному составу света, отраженного растительностью. В настоящее время во многих работах доказана возможность измерения содержания хлорофилла в морской воде оптическими датчиками, размещенными на ИСЗ, самолетах и кораблях.

Однако количественное решение этой задачи методами космического земледения может быть достигнуто лишь после преодоления некоторых

методических трудностей. К ним относится существенное влияние на спектр отражения хлорофилла ряда факторов: сам хлорофилл представлен несколькими формами, имеющими спектральные различия; их соотношение варьирует в зависимости от видового состава и состояния растений; кроме хлорофилла в растениях содержатся дополнительные пигменты (каротиноиды, фикобилины и др.), вносящие свой вклад в общий спектр отражения — резко меняется спектр отражения растительных покровов по времени года, существенно меняется спектр отражения в зависимости от вертикальной стратификации распределения фитопланктона в водоемах. Весьма значительна роль передаточной функции атмосферы и воды, состояния поверхности и условий освещения. Однако число основных возможных состояний биоценозов конечно, и после выполнения комплекса калибровочных работ создание системы непрерывного измерения хлорофилла из космоса достижимо.

В оптическом отношении определение содержания хлорофилла растений по спектральному составу света, отраженного за пределы атмосферы, является задачей на измерение количества одного вещества в составе многокомпонентной взвеси, соотношение составных частей (компонентов) которой широко варьирует.

В настоящее время наметились два метода в решении этой задачи космическими средствами — фотографический и телефотометрический. Первый основан на мультиспектральном фотографировании, второй — на телефотометрировании поверхности Земли в избранных спектральных областях. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Возможно и сочетание этих методов. Очевидно, в настоящее время необходимо работать в обоих направлениях.

В дополнение к этим методам, основанным на пассивной регистрации солнечного излучения, отраженного поверхностью планеты, должны быть исследованы возможности активной локации световым зондом со спутников и самолетов.

В качестве основных задач выполняемых работ выдвигаются создание системы глобального мониторинга содержания хлорофилла в океане и на суше (аппаратурная часть), программных средств для обработки экспериментальной информации до получения концентраций хлорофилла, информационно-поисковой системы по распределению хлорофилла в океане и на суше, а также создание и эксплуатация модели, фиксирующей динамику изменений концентрации хлорофилла по планете.

Рассмотрим этапы решения задач и организацию работы.

1. Теоретический анализ задачи извлечения информации о количестве хлорофилла растительных ценозов из спектров их отражения и спектров поглощения, рассеяния многокомпонентной смеси пигментов и рассеивающих частиц.

2. Теоретическое и экспериментальное исследование оптических свойств суши и водных пространств по спектрам отражения с целью построения пространственно-временного распределения хлорофилла и других биологических пигментов в растительных ценозах.

3. Определение граничных условий работы метода по состоянию поверхности водных пространств, условиям оснащения, состоянию атмосферы (облачность, дымка и т. д.) и по совокупности перечисленных факторов.

4. Разработка образцов приборов и методов для измерения содержания хлорофилла растительных ценозов: а) бесконтактных для корабельных, авиационных и космических носителей; б) контактных спектрофотометрических и люминесцентных — для калибровочных измерений содержания фитопланктона в воде.

5. Разработка методики синхронных измерений распределения хлорофилла наземными, наводными, авиационными и космическими средствами.

6. Разработка автоматической системы сбора и обработки информации на ЭВМ и выдачи ее потребителю.

7. Сбор первичных данных о распределении хлорофилла.

8. Разработка алгоритмов и программных средств для сбора и предварительной обработки экспериментального материала, выделения измеряемых параметров на фоне гидрофизических и атмосферных помех, для создания банка данных, информационной поисковой системы, а также для работы с динамической моделью пространственного распределения хлорофилла.

9. Создание первичной машинной модели планетарного распределения хлорофилла и его сезонной динамики.

10. Формулирование технических условий на бортовой приборный комплекс и изготовление приборов (хлорофиллометров) для регистрации хлорофилла с ИСЗ. Их испытания на самолетах с синхронными измерениями наземными и наводными средствами.

11. Размещение хлорофиллометров на ИСЗ, организация системы сбора и обработки спутниковой информации.

12. Проведение синхронных измерений хлорофилла ИСЗ с наводными средствами с целью калибровки, учета оптических особенностей регионов, влияния состояния атмосферы, времени и условий измерения на полигонах.

13. Систематический сбор информации с ИСЗ и коррекция по ней первичной модели распределения хлорофилла для создания рабочей модели динамики распределения хлорофилла по планете.

14. Разработка метода оценки биопродуктивности районов на основе получаемой ИСЗ информации. Разработка совместно с потребителями алгоритмов интерпретации наиболее важных для них параметров по результатам измерений.

15. Организация постоянной службы биологического патрулирования биосферы по хлорофиллу и системы выдачи информации потребителям.

Работа по указанным пунктам программы организуется параллельно по следующим направлениям: теоретический анализ задачи и разработка алгоритма ее решения, создание динамической модели, организация системы автоматической обработки и выдачи информации; создание аппаратуры и разработка непрерывной методики измерения хлорофилла.

Эффективность выполнения программы зависит от согласованной работы многих научных и производственных коллективов.

В качестве первых реальных шагов в реализации программы совместно с другими научными и производственными учреждениями организуются комплексные исследования с целью изучения возможностей оптических методов и апробация их в натурных условиях.

Исследования носили как теоретический, так и экспериментальный характер. Проводился теоретический анализ оптических свойств объектов на уровне влияния формы и ориентации частиц на интегральные оптические характеристики и на уровне анализа первичных и вторичных гидрооптических характеристик (ПГХ, ВГХ) как объектов тематической интерпретации.

В результате проведенных теоретических исследований сделаны следующие выводы.

1. Природная неортогональность физических составляющих спектров ПГХ, ВГХ для задач обращения и расчета соответствующих концентраций может быть устранена с использованием ортогональной базисной структуры на основе факторизации матрицы плана.

2. Методические приемы разделения спектра с использованием техники сингулярного разложения (SVD) распространяются на широкий круг спектроскопических задач анализа многокомпонентных сред, в которых спектры составляющих известны либо параметрически зависят

от конечного числа переменных. В последнем случае изложенная схема требует сочетания SVD-техники с методами нелинейной оптимизации.

3. Фоновые ансамбли ПГХ, ВГХ природных вод представляют реальную основу для корректной и оперативной дифференциации текущей спектрофотометрической информации, изучения связей (их вариаций) типа вод с их биологической продуктивностью и дают основные расчетные соотношения для задачи обращения СКЯ при использовании двухпотокового приближения.

4. Рассмотренные алгоритмы и разработанные программные средства позволяют обеспечить эффективные процедуры сжатия спектров ПГХ, ВГХ на основе физических моделей в пространство размерности 2—4 для коэффициента поглощения $\chi(\lambda)$, 3—5 для коэффициента вертикального ослабления $\alpha(\lambda)$, 3—7 для коэффициента спектральной яркости $\rho(\lambda)$. Использование процедуры МНК-оценок на базе SVD-техники может быть рекомендовано для реализации на специализированных микропроцессорных устройствах, связанных с трассовым измерением соответствующих ПГХ, ВГХ.

Для решения задач классификации и диагностики состояния океанских вод требуется разработка специализированных аппаратных комплексов, способных работать в бортовых условиях. Серийные спектрофотометрические приборы не могут обеспечить требуемое быстродействие, тяжелы, громоздки и не рассчитаны на работу с борта корабля или самолета [Гительзон и др., 1979].

Однако мониторинг оптических характеристик водных масс связан с постоянным длительным патрулированием исследуемого региона, накоплением и обработкой больших массивов информации, автоматизированной диагностикой изменения ситуации. Решить эти задачи можно только с помощью ЭВМ, причем на самых первых этапах экспериментов, т. е. в процессе получения исходных данных на борту.

Задача связи процесса измерений с ЭВМ может решаться различными (по уровню сложности и возможностям) способами: ручной ввод результатов измерений в ЭВМ; запись информации на промежуточный носитель с последующим вводом в ЭВМ в пакетном режиме; работа прибора на линии с ЭВМ (как правило, это УВК на базе микро- или мини-ЭВМ) с возможностью управления прибором от ЭВМ или без таковой; встраивание ЭВМ в измерительный прибор в виде микропроцессорного комплекса с работой по жестким, отработанным алгоритмам.

Первый вариант находится вне обсуждения, поскольку не позволяет решать даже очень простые задачи мониторинга, не обеспечивает ни достаточной представительности данных, ни точности их переноса с приборных носителей (диаграммы, ленты самописцев, измерительные приборы и др.), ни оперативности обработки [Апонасенко и др., 1979].

Второй вариант дает более приемлемые характеристики. Хотя и не достигается достаточная гибкость эксперимента, можно использовать мощности большой, стационарной ЭВМ, проводить обобщающую обработку значительных объемов данных. Третий и четвертый варианты наиболее полно удовлетворяют требованиям бортового эксперимента, позволяя осуществлять управление его ходом, обработку результатов в темпе поступления данных, реализовать адаптивные алгоритмы обработки.

Нами в 1976 г. была начата разработка бортовой автоматизированной системы сбора и обработки спектрофотометрической информации «Поиск». С самого начала за основу был взят вариант работы прибора непосредственно на линии с УВК на базе микроЭВМ. Результаты испытаний систем в условиях различных экспедиций подтвердили правильность выбора принципов построения измерительно-вычислительной системы — блочно-модульное построение и магистрально-радиальный способ связи между элементами системы [Молвинских и др., 1979].

МикроЭВМ в составе УВК выполняет основные функции управления прибором, процессом сбора и накопления информации. Специально для работы под управлением ЭВМ разработан и изготовлен программно-управляемый спектрофотометр МКС-10, построенный по принципу десятиканального квантометра, регистрирующего спектральный состав излучения от четырех источников: восходящий поток от водной поверхности, освещенность горизонтальной пластины падающим потоком, яркость небосвода в зените, излучение от калибровочной лампы. Управление работой спектрофотометра, опрос каналов осуществляются с помощью ЭВМ [Шевыринов и др., 1982]. Входной объектив, направленный на водную поверхность в надир или под любым углом, что достигается поворотом всего прибора на специальном кронштейне, визирует участок поверхности с углом зрения 5° .

Широкие функциональные возможности измерительно-вычислительной части системы «Поиск-3» позволили использовать комплекс не только в узкоспециальных целях, но и для автоматизации экспериментов с широким набором океанологических датчиков, к числу которых относятся зондирующий батифотометр, датчик температуры, солености и др. Такое комплексное использование системы существенно повышает эффективность работы экспедиции.

Эффективность гидробиологических исследований можно значительно повысить, если при определении содержания пигментов использовать экспрессные оптические методы. Наиболее перспективны спектрофотометрические и люминесцентные методы, позволяющие определять концентрацию пигментов фитопланктона без их экстракции из клеток в пробах воды или непосредственно в водоемах. Однако применение их связано с известными трудностями, являющимися следствием того, что концентрация хлорофилла, каротиноидов и других пигментов в общем невелика. Поглощение света, обусловленное селективным поглощением пигментами фитопланктона, не превышает обычно 2—5% от общего поглощения света в воде. В естественных водоемах свет поглощается в основном водой, растворенным веществом и взвешенными гидрозолями частицами.

С целью расширения диапазона измерений концентрации пигментов фитопланктона и изучения оптических свойств воды нами создан дифференциальный двухлучевой регистрирующий спектрофотометр для гидрооптических исследований (ДСФГ) в спектральной области 380—800 нм. Спектрофотометр разработан с учетом оптических свойств чистой воды, взвесей содержащихся в ней гидрозолей частиц и реальных концентраций хлорофилла фитопланктона в естественных водах. Спектральная чувствительность его не ниже $5 \cdot 10^{-4}$ единиц оптической плотности, спектральная область измерения та же, ширина выходной щели во всей области около 3 нм. Приборная погрешность около 1,5—2%, что при использовании кювет длиной 50 см позволяет надежно регистрировать безэкстрактым абсорбционным методом концентрацию хлорофилла от 0,1 мг/м³ и выше.

Точность определения концентрации хлорофилла зависит от степени соответствия физических показателей, особенно от температуры исследуемой пробы воды в рабочей кювете и фильтра в кювете сравнения.

Отметим, что спектрофотометр ДСФГ используется также для записи спектров поглощения растворов, заливаемых в обычные кюветы от серийных оптических приборов: спектрофотометров, ФЭКов и др. Достаточно высокая чувствительность спектрофотометра ДСФГ позволяет уменьшить в 2—3 раза и более объемы фильтруемой воды для экстрагирования пигментов [Франк и др., 1979].

Флуоресценция фитопланктона регистрируется с помощью флюориметра ПФЛ-2, который состоит из погружаемой и бортовой частей. Погружаемая часть включает герметичный контейнер, приемно-усили-

тельную и оптико-механическую части и проточную камеру, изготовленную в виде цилиндрической трубы с роторными затемнителями и другими элементами.

Флюориметр позволяет измерить содержание фитопланктона при концентрациях хлорофилла от $0,02 \text{ мг/м}^3$ и выше. Для работы в проточном варианте прибор располагается горизонтально, к его рабочей камере подводятся входной и выходной шланги. Если шланги непрозрачны, то роторные затемнители можно снять. Прокачивая воду через флюориметр, можно на ходу судна получать непрерывную кривую интенсивности флюоресценции хлорофилла фитопланктона, содержащегося в воде.

При измерении вертикального распределения хлорофилла фитопланктона на станциях флюориметр с помощью корабельной кабель-тросовой лебедки опускается до глубины 120—200 м. Разрешение пространственной структуры распределения фитопланктона не ниже 0,3 м. При работе в проточном варианте флюориметр помещается в металлический бак с водой и с помощью шлангов подключается к насосу. Скорость потока воды около 1 л/с. Пространственное разрешение при скорости судна 13 узлов составляет примерно 65 м.

Наряду с «контактными» оптическими спектрофотометрами и флюоресцентными методами определение или приближенная оценка содержания хлорофилла фитопланктона проводятся дистанционными оптическими методами по спектральным коэффициентам яркости водной поверхности. В основе их лежит связь отражательной способности водоемов с селективным поглощением света пигментами взвешенных в воде водорослей и других растений.

Для изучения спектральной яркости акваторий, растительных покровов и других природных образований нами создан полевой дифференциальный регистрирующий спектрофотометр (ПДСФ) [Сидько и др., 1978].

Прибор позволяет получить в спектральной области 380—820 или 380—1000 нм (в зависимости от используемого фотоприемника) дифференциальные спектры коэффициентов яркости исследуемых объектов ($\lg B_0/B$) и надежно регистрировать различие их спектральных яркостей, которые могут достигать всего $0,05 \pm 0,2\%$. Чувствительность прибора до 10^{-4} единиц оптической плотности. Точность установки длины волны ± 2 нм в видимой области спектра с незначительным снижением в ближней ИК-области.

В результате изучения изменений спектров яркости поверхности вод в различных районах получены следующие результаты.

1. Ход спектральных кривых яркости водной поверхности коррелирует с относительной прозрачностью, показателями вертикального ослабления α_{λ} , содержанием светорассеивающих частиц биогенного, терригенного происхождения.

2. На кривых коэффициентов спектральных яркостей четко регистрируются полосы поглощения хлорофилла фитопланктона. Поверхностная концентрация хлорофилла $C_{\text{хл}}$ пропорциональна величине пика поглощения на кривой КСЯ ($\Delta D_{435,680}$): $\Delta D_{435,680} \sim C_{\text{хл}}$.

При дистанционном определении хлорофилла по кривым КСЯ наиболее информативными областями спектра являются коротковолновая ($\lambda_{\text{max}} = 440 - 430 \text{ нм}$) для олиготрофных (высокопрозрачных) районов и длинноволновая ($\lambda_{\text{max}} = 670 - 690 \text{ нм}$) для эв- и мезотрофных районов пелагиали и прибрежных.

3. Максимум коэффициентов спектральной яркости в относительно прозрачных районах ($T > 20 \text{ м}$) приходится на область $\lambda = 400 - 520 \text{ нм}$, при этом $\rho_{\lambda_{\text{max}}}$ не превышает 5%, а в прибрежных районах ($T < 15 \text{ м}$) — на спектральную область $\lambda = 550 - 560 \text{ нм}$, где $\rho_{\lambda_{\text{max}}}$ достигает 10%. При пересечении фронтальных зон течений наблюдается изменение КСЯ.

Важнейший этап в разработке методов экспрессного определения биологической продуктивности и загрязнений водоемов — выявление пространственной неоднородности вод на больших территориях за короткое время. Реальной основой для этого явилось проведение спектральных оптических измерений бортовыми приборами с движущегося корабля или самолета. Основную информацию в таком случае несет изменение спектральной отражательной способности поверхностных вод, соответствующее изменению содержания частиц биологического и терригенного происхождения, растворенного органического вещества и т. д.

В качестве материальной базы использовалась бортовая система сбора и обработки спектрофотометрической информации «Поиск». В описываемых экспериментах использовался авиационный вариант аппаратуры с многоканальным быстродействующим спектрофотометром МКС. Спектрофотометр был установлен над съемочным люком самолета и регистрировал восходящую радиацию в 10 участках спектра видимого диапазона. Для контроля нестабильности прибора использовалась калибровочная лампа накаливания, включавшаяся в начале и конце измеряемых трасс. Информация собиралась и накапливалась с помощью бортовой микроЭВМ системы «Поиск».

Работа с авиационным комплексом аппаратуры проводилась в экспедициях 1983—1984 гг. на территории Красноярского края. Объектами изучения были р. Енисей и Красноярское водохранилище. Водохранилище промерялось от плотины Красноярской ГЭС до г. Абакана. Наиболее интересным было получение спектральных оптических данных в характерных участках. Съемки проводились таким образом, чтобы по результатам измерений можно было провести картирование района работ; они включали в себя пересекающиеся продольные и поперечные трассы. Учтывалось и время съемки — когда влияние облачности было минимальным и сам процесс съемки отдельного района велся в минимальные сроки (1—1,5 ч), что снижало влияние временных факторов на результаты измерений на повторных трассах и пересечениях трасс.

Каждый измеренный блок информации маркировался временем измерений, которое заносилось в этот блок автоматически системой сбора и обработки информации. Одновременно при прохождении контрольных точек съемки объекта осуществлялась штурманская привязка этих точек к текущему времени, что позволило в дальнейшем учесть изменение спектров яркости применительно к конкретному району работ.

Результат проведенных измерений представляет собой набор блоков информации, помеченных временем съемки. Вся информация по одной авиационной экспедиции собрана в рабочий файл на дисковом носителе ЭВМ.

Конечной целью обработки первичного материала на этом этапе является выделение из исходных данных спектров с близкими свойствами, объединение их в соответствующие классы и автоматическое нанесение на карту точек съемки с данными, соответствующими определенному классу.

Первый этап предварительной обработки результатов предполагает анализ первичных данных путем просмотра гистограмм, построенных на основе измерений отраженной радиации по отдельным спектральным каналам, а также просмотр контрольных значений, отражающих состояние аппаратуры в момент измерения спектральных характеристик.

Анализ гистограмм при обработке необходимых массивов информации реализуется программой SHIST. При этом удастся зафиксировать грубые ошибки, вызванные сбоем аппаратуры, выход измеряемого сигнала за допустимые пределы, определить изменение чувствительности аппаратуры в течение времени измерений и т. д.

После проведенного анализа с помощью программы PRIBLV можно выделить необходимые для дальнейшей работы блоки. Номера выделен-

ных блоков по желанию оператора могут быть либо распечатаны, либо записаны в файл для дальнейшей обработки комплексом программ.

Следующий этап работы — анализ оператором соответствия выделенных коррективных блоков информации с временем и маршрутами, отмеченными во время полетов над заданными районами. При этом окончательно выделяются идущие в обработку блоки с учетом времени пересечения границ вода — земля, изменений азимута полета, разрывов в полученной информации, некорректности усреднения данных из различных трасс в случае их пространственного разделения и т. д.

Набор полученных ограничений вводится в диалоговом режиме в ЭВМ при работе следующего блока программ SQEENO, SQEEN, SQEEE, SWRRR, предназначенного для сборки всей информации в единую матрицу исходных данных, трансформированных целевым образом по желанию оператора.

В этом блоке реализованы четыре программы:

— программа SWRRR производит сборку единой матрицы из отдельных блоков, ограниченных в диалоге с оператором. Сборка может производиться без усреднения исходных данных и с заданным усреднением, что бывает полезно для приведения в соответствие масштаба выводимой карты и количества используемых данных, а в ряде случаев — для экономии необходимой памяти ЭВМ;

— программа SQEEE выполняет те же функции, что и программа SWRRR, кроме того, позволяет нормировать собираемые измерения на сумму по признакам (по спектральным каналам в отдельном измерении), что превращает исходные данные в величины, отражающие относительные изменения регистрируемых спектров;

— программа SQEEN нормирует каждый канал в отдельном измерении на средние по этому каналу по всей совокупности данных. Такая процедура позволяет дополнительно учесть амплитудные изменения регистрируемых спектров по трассе при соблюдении требования нормировки данных, предъявляемого некоторыми методами обработки;

— программа SQEENO в отличие от программы SWRRR позволяет нормировать входные данные на любой выбранный блок; им может быть блок информации, соответствующий точке на местности, в которой проводились опорные гидробиологические измерения, или блок, содержащий измерения спектра излучения калибровочной лампы и т. д.

Дальнейшим этапом работы является обработка сформированной матрицы данных программой VVVSVD. Эта программа включает в себя стандартную подпрограмму SVD, реализующую сингулярное разложение матрицы экспериментальных данных.

В качестве исходной матрицы берется матрица A , состоящая из элементов a_{ij} , где i — номер наблюдения, j — номер переменной или номер спектрального канала.

Сингулярным разложением матрицы A является ее факторизация вида $A = U\Sigma V^T$, где U — ортогональная матрица размерностью $i \times i$; V — ортогональная матрица размерностью $j \times j$; Σ — диагональная матрица, содержащая сингулярные числа матрицы A .

В качестве примера приведем результаты работы программы сингулярного разложения на матрице экспериментальных данных, полученных 21.08.83 г. при спектральной съемке поверхности Сыдинского залива Красноярского водохранилища. Данные отнормированы на опорный участок залива напротив стационара.

В результате обработки получены следующие данные:

	Сингулярное число	Накопленный процент		Сингулярное число	Накопленный процент
1	7101	82	6	17	98.4
2	799	92	7	19	98.7
3	333	95	8	32	99
4	169	97	9	36	99.5
5	66	98	10	41	100

Приняв, что исходные данные имеют два верных знака, можно считать границу τ , отражающую точность исходных данных. В нашем случае $\tau = 7101 \times 10^{-2} = 71$. Это означает, что мы имеем эффективный ранг матрицы $k = 4$, т. е. исходная матрица является матрицей недостаточного ранга: $k < n = 10$. Поэтому только четыре столбца матрицы могут вносить вклад в произведение $U\Sigma V^T$.

Визуализация ортонормированной системы векторов матрицы U производится по первым трем столбцам. Это позволяет выявить пространственную структуру матрицы экспериментальных данных в новой системе координат, причем первые три столбца вносят 95,5% вклада в произведение $U\Sigma V^T$ по сравнению с полной матрицей U . После распечатки графика матрица U записывается в файл данных.

Обработка таблиц экспериментальных данных в различных районах водохранилища и в разное время показала сильную зависимость структуры данных в новых системах координат от условий съемки и свойств поверхностных вод.

На следующем этапе проводится анализ структуры данных в диалоговом режиме оператор — ЭВМ с помощью программы PRIU. Программа позволяет менять масштабы изображений и оси координат, а также выводить на печать или в файл данных номера блоков, выделенных оператором структур. Это дает возможность путем экспертных оценок попытаться разделить данные на определенные классы по характеру их распределения в выделенном условном пространстве. Затем на графопостроителе строятся карты районов работ с помощью программы GRMATI и осуществляется переход к последней рабочей программе комплекса KLAS.

Исходными данными для этой программы являются файлы с координатами контрольных точек и временем их пересечения самолетом в различные дни съемок, полный файл данных исходных спектров по всей экспедиции и номера выделенных структур, занесенные в отдельные файлы. Программа позволяет нанести на карту символами, задаваемыми оператором, точки, соответствующие выделенным ранее структурам данных.

Анализ карт, построенных таким образом, показал, что в большинстве случаев полученная классификация вод отражает реальное изменение спектральных свойств поверхностных вод в районе съемок, при этом косвенным подтверждением правильности такого подхода является то, что сопряженные структуры в новом пространстве признаков остаются сопряженными в реальной системе координат на местности. Кроме того, при неизменности условий съемок на пересечениях съемочных трасс номера условных классов совпадают.

Итак, дистанционный оптический метод выявления гидрологических и биологических неоднородностей подповерхностных вод океана может быть использован для обобщенного, интегрального изучения явлений в океане. Объектами такого изучения могут быть зоны повышенной биологической продуктивности, крупномасштабные гидрологические явления. Наиболее рациональным следует считать использование такого метода с применением быстродвижущихся носителей — самолетов и кораблей. В методическом отношении в комплексной экспедиции он может найти двойное применение:

экспрессное определение изменений спектральной отражательной способности океана может стать оперативным способом получения информации для определения места постановки станций и выступать в качестве опорных данных в подспутниковом эксперименте;

непрерывная запись оптических характеристик между станциями дает возможность более адекватной интерполяции данных, полученных на станциях при построении обобщенных карт районов работ по отдельным показателям.

Часть II

ПРОБЛЕМЫ КОСМОФОТОТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

ГЛАВА 1

КОМПЛЕКСНЫЕ ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ТЕМАТИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

Обзорность, информативность в отношении изображения элементов рельефа и ландшафтов позволяют широко использовать космический фотоматериал при тематическом картировании. В настоящее время космические снимки применяются при специальном тематическом картировании. Точные математические методы, машинно-электронная автоматизированная обработка и интерпретация аэро- и космической информации позволяют на геологических, структурно-геоморфологических картах различного типа выражать соотношения между различными структурами и классифицировать их, реконструировать историю формирования земной коры на начальных стадиях развития, выявлять перспективные площади для поисков оруденения, нефтяных и газовых месторождений, связанных с активным проявлением новейших тектонических движений по разломам, к которым приурочены зоны газовой и флюидной миграции.

Как известно, ни один из подходов и методов современного геологического и геоморфологического картирования не может служить единственным методом для структурно-геоморфологических исследований. Только комплекс методов позволяет решать теоретические и практические задачи при изучении различных по сложности строения территорий и глубинных зон земной коры. В настоящее время перед космическим фотокартированием стоят конкретные проблемы, связанные с тематическим картированием природных комплексов Сибири, структурно-геоморфологическими исследованиями новейшей тектоники, поисками полезных ископаемых, инженерно-геоморфологическими исследованиями, с выявлением сейсмической активности и изучением современных тектонических движений, со специальным космофотогеологическим картированием.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

С активным освоением природных ресурсов Сибири структурно-геоморфологическое и геоморфологическое картирование приобретает особое значение в изучении и инвентаризации природных ресурсов в пределах структурно-геоморфологических комплексов. С учетом климатической зональности мы выделяем структурно-геоморфологические комплексы как отражение взаимодействия тектонических структур с экзогенными факторами, обусловленными климатической зональностью [Зятькова, 1977, 1979; Зятькова, Яншин, 1980, 1983; Зятькова, Березовская, 1984].

Составление специализированных геоморфологических карт природно-территориальных комплексов оказывает большую помощь в определении закономерностей размещения гипергенных полезных ископаемых,

связанных с корами выветривания, с морозно-солифлюкционными и карстовыми процессами, которые являются главными факторами разрушения, переноса и отложения выветрелых коренных пород. Изучение и картирование результатов этих процессов дает возможность выявлять особенности высвобождения, переноса и сосредоточения полезных ископаемых в конкретных месторождениях. Картирование природных комплексов с использованием космической фотoinформации позволит правильно использовать природные ресурсы, проводить природоохранные работы.

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ

Построение таких карт проводится для определения амплитуд и характера проявления новейших тектонических движений, структурных особенностей современного рельефа, для выявления «живых», активных, структурных форм, выраженных в рельефе в виде поднятий и впадин. В отличие от неотектонических карт на таких картах не учитывается «рост» структурных форм в предшествовавшие этапы их развития. Поэтому суммарные поднятия дают представления не только о наиболее молодом этапе развития тектонических деформаций в рельефе исследуемого региона, но и о структурно-геоморфологических особенностях, что помогает определить новейшую направленность развития структурных форм, степень унаследованности современного структурного плана от древнего.

СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ПОИСКАХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В настоящее время в практику геоморфологических исследований при поисково-разведочных работах разных масштабов введен так называемый морфоструктурный анализ, который осуществляется разными приемами. Большое количество приемов (методов) морфоструктурного анализа обусловлено разнообразием задач, поставленных перед геоморфологической съемкой при поисках эндогенных полезных ископаемых, нефтяных, газовых, рудных и других месторождений.

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ВЫЯВЛЕНИЯ РУДНЫХ ПОЛЕЙ

Особые требования к специальному структурно-геоморфологическому картированию предъявляются при поисках месторождений эндогенного оруденения. При выполнении этих работ необходимо учитывать признаки особенностей современного рельефа, выявленные в районах известных месторождений, которые являются эталонными для малоизученных районов оруденения, а также выявление зон химического выветривания [Зяткова, Оболенский, 1979; Грицюк, 1979].

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА

Основные задачи специального структурно-геоморфологического картирования при поисках нефти и газа формулируются следующим образом: выявление по геоморфологическим признакам современных региональ-

ных и локальных тектонических структур; обнаружение и уточнение районов возможного распространения локальных структур, возможных ловушек для нефти и газа; оценка качественной и количественной характеристики проявления новейших тектонических движений; оценка активности, унаследованности и роли дифференцированных новейших тектонических движений, влияющих на формирование и разубоживания залежей, связанных со структурными ловушками.

На карте сопоставления древних и новейших структурных форм показываются выявленные по геоморфологическим данным структурные формы, отличающиеся по типу и степени их унаследованности от более древних структур.

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ГИПЕРГЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Структурно-геоморфологическое картирование при поисках полезных ископаемых, связанных с корами выветривания, решает следующие задачи: выделение неотектонических структурных форм, контролирующих локальное распространение и сохранность бокситоносных отложений; изучение распространения кор выветривания, истории развития рельефа; выявление связи современного рельефа с древним; проведение палеогеоморфологических исследований с выделением типов месторождений бокситов (генетических, тектонических и морфологических). Для этого выделяются блоки, разломы, ограничивающие эти блоки, от более высоких до низких порядков с определением относительных превышений и амплитуд поднятий.

СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И СЕЙСМИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ

Составление специализированных карт сейсмической активности с элементами новейшей тектоники имеет большое значение для выделения зон возможного возникновения очагов землетрясений. Для оценки сейсмической опасности широко используются геологические критерии. В. П. Солоненко, Н. А. Флоренсов, В. В. Белоусов, М. В. Гзовский, В. Н. Крестников, Н. И. Николаев и др. указывали, что для решения теоретических проблем и для практических заключений при изучении сейсмичности большое значение имеет составление обзорных карт новейшей тектоники, сейсмичности, распределения эпицентров землетрясений, волн высоких напряжений, зон активных морфоструктурных узлов и возможных землетрясений.

Такие карты — эффективный способ тектонического анализа; с их помощью выявляются корреляционные связи между геологическими и геоморфологическими элементами, они способствуют изучению и развитию теории тектоногенеза и геоморфогенеза, позволяют правильно понять и оценить сейсмичность различных геоструктурных областей [Зяткова, 1980].

СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

В последнее время большое значение при проведении картографических работ с целью изучения современных тектонических движений имеют различные виды космических съемок. На космоснимках четко фиксируются

ся оси современных поднятий, стыки разновозрастности структур, направление глубинных разломов. По снимкам можно определить не только динамику отдельных «живущих» зон глубинных разломов, но и особенности современного развития целых тектонически активных крупных блоков, их сопряжения с крупными различными разновозрастными структурами. Такие исследования весьма перспективны.

Известно, что съемка из космоса не умаляет значения карты и не подменяет ее, а наоборот — повышает роль карты в познании многих явлений. Большая обзорность, информативность в изображении рельефа и ландшафта позволяют изучать региональные и локальные структурно-неотектонические закономерности. Поэтому для решения этих вопросов необходимо разрабатывать методику дешифрирования. Особенно важно проводить совместный анализ картографического и аэрокосмического методов при изучении новейших и современных тектонических движений, так как эти методы дополняют друг друга, и такое свойство позволяет по-новому подойти к расшифровке ряда важных элементов и современных структур любой территории по орографическим и ландшафтным признакам. Изучение проявления новейших и современных тектонических движений по материалам аэрокосмической съемки сводится к установлению закономерно ориентированных спрямленных элементов ландшафта.

Таким образом, при изучении современных тектонических движений и сейсмической активности необходимо проводить комплексное картографирование, отражающее всю сложность современных геодинамических процессов геотектогенеза, его связи с различными геологическими, геоморфологическими, геофизическими и другими явлениями. Поэтому комплексный подход к данной проблеме требует создания не простой серии разных типов карт, а серии взаимосвязанных карт, объединенных задачами и целевой направленностью, а также взаимно дополняющих друг друга.

СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Палеогеоморфологические карты — это карты истории развития рельефа как в пространстве, так и во времени. Определение возраста рельефа — одна из главных проблем в структурной геоморфологии — необходимо для составления в единой легенде карт районов с различными типами расчленения и геолого-геоморфологическими особенностями. Такие «возрастные» карты позволяют решать ряд теоретических задач, так как они отражают основные этапы развития в рельефе структурно-обусловленных поднятий и впадин.

В зависимости от конкретных геоморфологических условий, масштаба съемки, поставленных перед исследователями задач к палеогеоморфологическим картам составляются определенные легенды. Но всегда главным содержанием карты остается возраст рельефа. Это связано с тем, что основной задачей специальной палеогеоморфологической карты является выяснение последовательности формирования поднятий, впадин, реконструкции древних путей сноса терригенного материала из областей развивающихся поднятий и денудации.

СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Известно, что геоморфологический анализ и геоморфологическое картирование входят в комплекс инженерно-геологических работ. В зависимости от поставленных задач и типа инженерных сооружений решается

и меняется круг вопросов, связанных с изучением характера рельефа. Инженерная оценка направлена на выявление особенностей рельефообразующих процессов. Поэтому исследователей могут интересовать морфометрические характеристики рельефа, которые можно получить из анализа только точных высококачественных топографических карт.

Таким образом, к основным специализированным геоморфологическим картам, которые необходимы при инженерной оценке территорий, относятся серии карт, дающие информацию для проектировщиков о рельефе, его морфометрии, происхождении, возрасте, современной динамике рельефообразующих процессов.

Рассмотренные основные типы специализированных тематических карт, составленных на аэрокосмической фотооснове, находят широкое применение в структурной геоморфологии при изучении новейших тектонических движений, сейсмическом районировании, решении ряда проблем, направленных на различные поисковые и инженерно-геологические изыскания. В связи с этим перед исследователями широкого профиля стоят следующие задачи: выполнение специализированного картирования; знание методов изучения сложных геолого-геофизических процессов, установление взаимосвязей и взаимообусловленности этих процессов для выявления этапности происхождения структурных элементов и связанных с ними полезных ископаемых. В качестве основных проблем геоморфологического картирования выступают дешифрирование многозональных космических снимков, составление комплексных структурно-геоморфологических, геологических, тектонических карт на космофотооснове; внедрение автоматизации и ЭВМ для дешифрирования разломов и разрывных нарушений, классификация их по порядкам и простираниям; разработка дополнительных легенд обозначений на основе анализа космической информации для составления специализированных космофотокарт, для конкретных прикладных задач; более широкое использование математических методов и электронно-вычислительной техники при составлении карт программ с участием геологов, географов, геоморфологов, картографов; проведение дистанционно-геоиндикационного районирования Сибири на основе анализа природных условий.

Г Л А В А 2

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ НА БАМе

(Удоканский промузел)

Разработка и внедрение дистанционных методов изучения и картографирования экзогенных процессов рельефообразования весьма актуальны при народнохозяйственном освоении районов Сибири с экстремальными природными условиями. Особое значение эта проблема приобретает при хозяйственном освоении горных районов зоны БАМ, на территории которых широко развиты опасные природные явления и процессы рельефообразования, связанные с глубоко- и резко расчлененным рельефом, активной новейшей тектоникой и высокой сейсмичностью, с многолетней мерзлотой и снежно-гляциальными процессами.

На территориях крупнейших народнохозяйственных объектов в зоне БАМ многие опасные природные явления и процессы рельефообразования (обвалы и осыпи, лавины и сели, наледи, термоэрозия, бугры пучения и др.) широко развиты в естественных условиях, а при антропогенных воздействиях интенсивность их развития резко возрастает [Озерский, 1985].

Дистанционные исследования режима и динамики экзогенных процессов рельефообразования (ЭГПР), их картографическая инвентаризация в целях инженерной оценки и географического прогнозирования послужат основой научной разработки принципов рационального природопользования и охраны окружающей среды осваиваемых территорий зоны БАМ [Плюснин, 1979, 1981—1984; Пластинин, 1984].

Комплексные аэрокосмические и наземные исследования экзогенных процессов рельефообразования горных районов БАМа выполнены на территории будущего Удоканского горно-промышленного узла, избранного в качестве эталонного участка для проведения экспериментальных исследований. В составе аэрокосмического полигона были оборудованы два наземных геодинамических полигона в хребтах Кодар и Удокан для режимных наблюдений за динамикой природных процессов и экспериментального изучения информационной емкости аэрокосмических фотоснимков разных видов и масштабов.

Постановка дистанционного исследования и картографирования ЭГПР основывается на комплексном трехуровневом изучении (наземном, воздушном и космическом). Комплексная методика исследования ЭГПР позволяет получать качественную и количественную оценку их развития. На основе результатов совместного использования наземных измерений и съемок с фотограмметрической и машинной обработкой аэро- и космических фотоснимков составляются высокоточные и содержательные инвентаризационные и оценочные карты ЭГПР с отображением ландшафтных условий их развития. Такие карты могут служить достоверной основой для составления производных карт интенсивности развития ЭГПР [Сладкопевцев, 1984].

Преимущества создаваемых карт заключаются в точности границ контуров, отображенных по границам фотоструктур космических фотоснимков, а также в комплексности и объективности их содержания, устанавливаемого при дешифрировании аэро- и космических фотоснимков с использованием эталонов дешифрирования и данных наземных инженерно-географических наблюдений.

По степени новизны результаты дистанционного изучения и картографирования ЭГПР труднодоступных районов БАМа можно отнести к классу новой продукции, создаваемой по аэро- и космическим фотоматериалам. Технологическая проработка выполненных исследований основывается на изучении информационной емкости аэро- и космических фотоснимков разных видов и масштабов; комплексность оценки условий развития ЭГПР определяется их ландшафтной индикацией, выполняемой по аэро- и космическим фотоснимкам.

Материалы дистанционных аэрокосмических съемок позволяют оперативно осуществлять комплексную картографическую оценку условий развития ЭГПР на любых обширных территориях освоения. При этом сроки подготовки инвентаризационных и оценочных тематических карт сокращаются в 2—3 раза, значительно сокращаются и затраты на трудоемкие процессы натурного наземного обследования территорий картографирования, улучшаются условия работы картографов.

ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория Удоканского промузла, включающая хребты Кодар и Удокан, обрамляющие Чарскую котловину, а также частично хребты Каларский, Янкан, Бурпала и Олекмо-Чарское нагорье в бассейне р. Чара, отличается своеобразием ландшафтных условий.

Н. А. Флоренсов и В. Н. Олюнин [1965] рассматривают дочетвертичное время в Северном Забайкалье как период продолжительного тектонического покоя и господства теплого (вначале субтропического, затем

умеренного климата. Начавшиеся в эоплейстоцене общий подъем гор и похолодание климата вызвали усиление физического выветривания, плоскостной денудации и эрозии. Явственно обозначились сводовое поднятие Станового нагорья, его внешние и внутренние сбросовые уступы, наметились контуры впадин байкальского типа. Широколиственные леса стали замещаться хвойными. С этим периодом связана одна из начальных фаз излияния базальтов, приуроченных к субширотной зоне разломов Кодаро-Удоканского свода [Лунгарсгаузен, Музис, 1968]. В среднечетвертичное время обособляются Чарская и Муйская впадины, но горный рельеф, обрамляющий их, не приобрел альпийских черт и по высоте вряд ли превышал 1700—1800 м [Заморусев, 1967]. Относительные превышения на участках максимальных поднятий достигали 800—1000 м, а на периферии региона не превышали 400—600 м [Музис, 1968]. Параллельно с увеличением высоты хребтов шло оседание межгорных впадин с накоплением в них осадочных толщ.

Плейстоценовые оледенения (чаще высказывается мнение о двух самостоятельных оледенениях, разделенных казанцевским межледниковьем, в течение которого климат, вероятно, был несколько теплее современного и ледники исчезали полностью) наложили отпечаток на ландшафтную структуру этой территории. Ледники, спускавшиеся с Кодара в Чарскую котловину, несколько расширились по выходе из трога, но не формировали ледников подножий. На Удокане ледники были менее мощными, но на плоскогорных участках и базальтовом плато они имели форму покровов. На северном склоне Кодарского хребта длина ледников достигала 100—120 км, на южном — 60—70 км [Преображенский, 1966].

В ходе развития оледенения происходило значительное промерзание грунта. Наиболее интенсивно этот процесс проходил на водораздельных грядах высокогорья, возвышающихся над ледниками. Максимальная мощность мерзлой толщи на водоразделах в этот период достигала 1400—1500 м, а в области среднегорья — не менее 500 м [Некрасов, 1979, 1981]. В среднем плейстоцене область высокогорья представляла собой гляциально-нивальный ландшафт с возвышающимися на 300—1000 м заснеженными грядами и отдельными вершинами. В среднегорье господствовали гольцовые и подгольцовые ландшафты. В перигляциальных условиях активно протекали процессы гольцового выравнивания. Наблюдающиеся сейчас перигляциальные явления можно отнести к категории затухающих процессов ледникового времени [Никольская, Чичагов, 1962] или «современного позднеледниковья», по определению В. С. Преображенского [1966]. Огромные скопления глыбовых россыпей, покрывающих водоразделы и склоны хребтов, каменные глетчеры и солифлюкционные формы связываются с плейстоценовым оледенением [Базаров, 1968; Думитрашко, 1982].

Последовавшие за этим потепление климата и изменения в увлажнении территории Северного Забайкалья привели к деградации ледников. В горах, освобождавшихся от ледяных масс, продолжались резкие вертикальные движения и шло формирование альпийского рельефа на Кодаре и частично на Удокане. Ледники отступали, и более теплолюбивая растительность поднималась вверх. Постепенно повышалась роль сосны, и в составе растительных группировок Чарской котловины увеличивалась доля темнохвойных пород. Широко распространение получают горно-тундровые группировки из березки тощей, Миддендорфа, вересковая горная тундра. В котловинах распространена береза плосколистная с березкой тощей и ольховником в подлеске. Высокое содержание пылинок осок свидетельствует о заболоченности Чарской котловины [Белова, 1975].

Анализ истории формирования и развития ландшафтов изучаемой территории позволяет рассматривать современные ландшафты не в статичном, «мертвом», состоянии, а в их динамике. Структура современных ландшафтов находится в зависимости от строения хребтов, их абсолютных

высот, расположения по отношению к основным направлениям движения воздушных масс, степени расчленения поверхности, экспозиционности и крутизны склонов, геологического строения, мощности и состава рыхлых отложений, распространения мерзлоты и т. д. С этими особенностями, а также с такими компонентами ландшафта, как растительность, температурные условия, увлажнение, тесно связаны экзогенные процессы рельефообразования. Изучение этих связей необходимо для познания их распространения и интенсивности развития. Географические связи между целостными ландшафтами и отдельными их частями более сложны и разносторонни, но вместе с тем и более устойчивы. Практика показала, что ландшафтный подход к изучению экзогенных процессов и условий их развития в целом весьма плодотворен и позволяет получать более полные, надежные и точные результаты.

На изучаемой территории преобладают горные и котловинные ландшафты. Уже на этом уровне разделения ландшафтов происходит и разделение разных типов экзогенных процессов. В то время, как в горах протекают денудационные процессы и процессы переноса матернала, в котловине преобладают аккумуляция и мерзлотные процессы на рыхлых отложениях.

Горный тип ландшафта подразделяется на гольцовый (включающий в себя и подгольцовый) и горно-таежный, а котловинный — на подгорный, таежно-котловинный и болотно-котловинный.

Одним из факторов дифференциации гольцов выступают различия в расчлененности рельефа. Нами были подсчитаны коэффициенты горизонтального (а) и вертикального (б) расчленения для некоторых участков в хребтах Кодар, Удокан, Калар, Бурпала [Плюснин, 1982]. Результаты позволили разделить гольцы по расчлененности рельефа на резко расчлененные ($a > 1,00$; $b > 0,10$) и слаборасчлененные ($a < 1,00$; $b < 0,10$). Средние величины вертикального и горизонтального расчленения в хр. Кодар равны соответственно 0,24 и 1,86, а в хр. Удокан — 0,13 и 1,10 (рис. 1, 2). Деятельность ледников плейстоценовых оледенений способствовала образованию здесь двух различных гольцовых ландшафтов: первый подвергался древнему оледенению, второй (характерен для низких хребтов) находился в перигляциальных условиях. Древнеледниковые и древние перигляциальные ландшафтные формации (по определению Д. Д. Айвса [1973]), подгруппы геомов (по В. Б. Сочаве [1972а, б, 1974а, б, 1978]), включаемые в настоящее время в гольцовую группу, следует рассматривать как результат исторического развития геосистем континентальных высокогорий и среднегорий умеренного пояса.

Таким образом, с учетом истории развития выделены резко расчлененные высокогорные и слаборасчлененные среднегорные ландшафты. Современные экзогенные процессы рельефообразования во всех горных районах в целом выравнивают рельеф, в выделенных ландшафтах этот процесс проявляется по-разному. В резко расчлененных высокогорных гольцах преобладают процессы интенсивного, в том числе катастрофического переноса обломочного матернала селями и лавинами. Здесь значительную роль в современном рельефообразовании играют обвалы и осыпи. В слабо расчлененных среднегорных гольцах преобладает процесс сглаживания рельефа, выражающийся в медленном перемещении крупнообломочно-щебнистого матернала по склону, осуществляемом в основном мерзлотными процессами.

Нами исследовались ландшафтные выделы — геомы, находящиеся на грани региональной и топологической размерностей подразделений природной среды [Сочава, 1978]. Как самая крупная классификационная единица топологического порядка, геом представляет собой обобщение классов фаций. Но в то же время геом — и наименьшее подразделение геосистем региональной размерности, на уровне которой учитываются общегеографические связи — орографические, циркуляционные, радиаци-

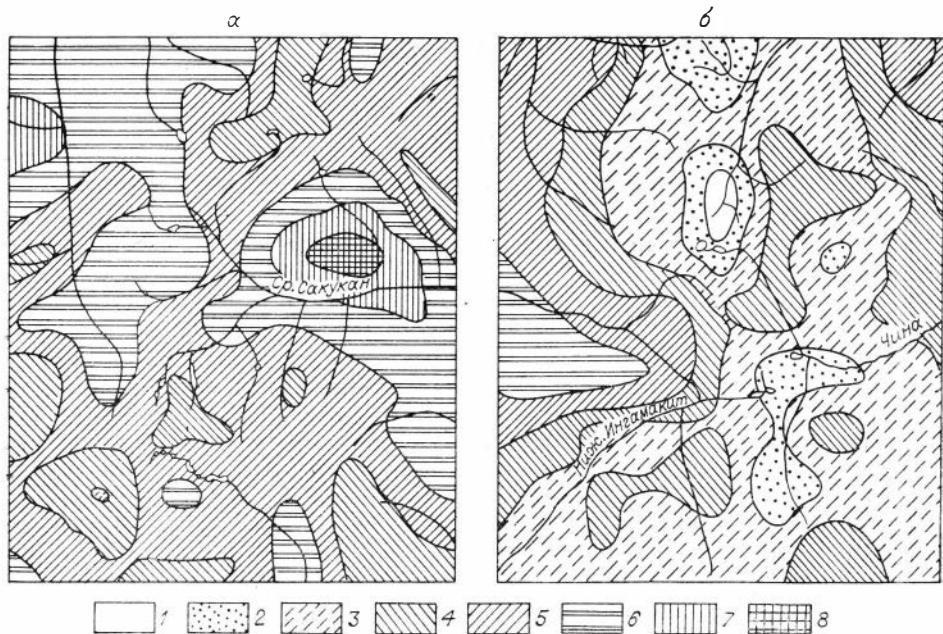


Рис. 1. Схема вертикального расчленения (м) Кодарского (а) и Удоканского (б) гео-
полигонов.

1—0—0,05; 2—0,05—0,1; 3—0,1—0,15; 4—0,15—0,2; 5—0,2—0,25; 6—0,25—0,3; 7—0,3—0,35;
8—0,3—0,4.

онные, инверсионные, экспозиционные, литологические и др. С учетом признаков выделения геомов — дифференциация форм мезорельефа, грунтов и растительности — выделено сильно расчлененное крутосклонное высокогорье со скалистыми гребневидными водоразделами на Кодаре, достигающее абсолютных высот 2800—3000 м. Их привершинным частям, изъеденным ледниковыми карами, свойственны острые и крутые формы. Крутизна склонов достигает 70° и более, что способствует развитию гравитационных процессов. Крутые скаты скалистых гребней часто изрезаны системой параллельных эрозионно-денудационных желобов, ложбин и борозд. На высоких гребнях и вершинах активно действуют процессы физического выветривания и гравитационного обвально-осыпного сноса. Грунты преимущественно скально-грубообломочные. Для растительности таких гольцов типичны альпинотипные лужайки с господством сочного мезофитного красочного разнотравья из купальниц, водосборов, ветрениц, горцев, мытников, лютиков, лапчаток.

Менее расчлененный конусовидный рельеф распространен в западной, восточной и частично северной частях хр. Кодар и восточной части Удокана. Преобладают склоны крутизной 20—40°, покрытые маломощным чехлом обломочного материала. Широкое распространение значительных по размерам лавиносборных воронок обусловило сильную лавинную и селевую деятельность. Грунты преимущественно грубообломочные. Растительность субальпинотипная кустарниковая.

Среднегорный слабо расчлененный куполовидный рельеф распространен на севере Кодара, в западной части Удокана, на Янкане, Бурпале, Северо-Дырындинском хребте и на Олекмо-Чарском нагорье. Водоразделы мягких очертаний, чаще плосковыпуклые, переходящие в пологие склоны крутизной 15—20°, сплошь покрытые обломочным материалом различной крупности с супесчаным и суглинистым заполнителем. Курумы — одни из самых распространенных здесь образований — занимают

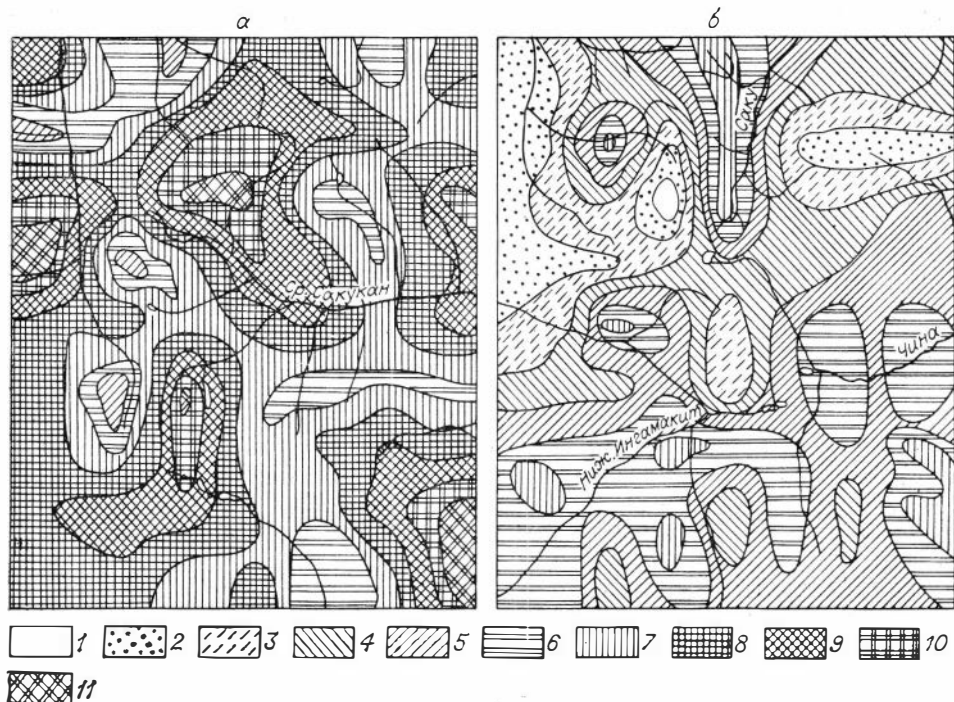


Рис. 2. Схема горизонтального расчленения (м) Кодарского (а) и Удоканского (б) геополлигонов.

1—0—0,25; 2—0,2—0,5; 3—0,5—0,75; 4—0,75—1,0; 5—1,0—1,25; 6—1,25—1,5; 7—1,5—1,75; 8—1,75—2,0; 9—2,0—2,25; 10—2,25—2,5; 11—2,5—2,75.

50% площади хребтов [Вуркин, 19786]. Из растительности преобладают эпилитные лишайники. Изредка между камнями встречаются куртинки алекторий и цетрарий. Высшая растительность скудная, встречаются ожика, зубровка, соссюрия, осоки, камнеломки. Проективное покрытие 10—15%, высота растений до 10 см.

Плосковершинные среднегорья в исследуемом районе приурочены главным образом к базальтовому плато в западной части хр. Удокан. Фрагментарно они встречаются на Каларе, Удокане и Янкане в виде участков выровненных поверхностей. Грунты в основном щебнистые. Развита основная экзогенная процессы — солифлюкция, пучение, термокаре и мерзлотная сортировка грунтов. Растительность представлена сырыми и сухими горными тундрами. Сырые тундры распространены на плоских участках и понижениях с затрудненным дренажем. Здесь развита осоково-, кустарничково- и лишайниково-моховая растительность. Сухие тундры представлены травяно-кустарничковой, кустарничково-лишайниковой и лишайниковой растительностью. Из кустарников преобладают кедровый стланник и ерники.

По долинам рек и на выровненных поверхностях в низкогорье распространены горно-таежные ландшафты. На изучаемой территории преобладает лиственничная тайга редуцированного и ограниченного развития [Ландшафты..., 1977]. Для индикации экзогенных процессов важна крутизна склонов, поэтому горно-таежные ландшафты по крутизне делятся на крутосклоновые (круче 20°) и пологосклоновые (до 20°). В подлеске обычны кедровый стланник, кустарниковая ольха, приуроченные к прохладным, более дренированным, грубоскелетным почвам, и ерники на ровных с затрудненным дренажем участках. Более теплые и сухие вершинные поверхности низкогорий заняты рододендроновыми лиственнич-

никами. Основными экзогенными процессами в горно-таежном поясе являются криогенная десерпция, дефлюкция, речная эрозия.

Вывороченные и вершинные поверхности лиственничные, угнетенного развития с подлеском из кедрового стланика распространены по периферии высоких хребтов — Кодара и Удокана, а также на Янкане, Бурпале, Олекмо-Чарском нагорье. Вершинные части низкогорий с грубообломочными грунтами заняты редкостойными лиственницами с непроходимыми порой зарослями кедрового стланика. Напочвенный покров представляют различные виды эпигенных лишайников — кладонии, алектории, цетрарии, пармелии. Небольшая глубина оттаивания грунтов благодаря растительному покрову ведет к некоторой замедленности экзогенных процессов. Курумовые поверхности «цементируются» льдом, движения обломков незначительны. Талые воды и летние осадки выносят мелкозем в долины.

Крутые лиственничные угнетенного развития склоны с кедрово-стланиковым подлеском по троговым долинам изрезаны многочисленными руслами временных водотоков, промоинами, ложбинами, часто служащими путями схода лавин, селевых паводков. В таких местах формируются пролювиальные конусы, в результате лавинной деятельности происходит изреживание древостоя. Рыхлый материал, сносимый с гольцов, обильно увлажняется у верхней границы леса, вызывая дефлюкцию. Часты сплывы по древнеморенным отложениям (см. приложение, фото 1).

Пологие лиственничные угнетенного развития багульниковые склоны с ерниковым подлеском распространены преимущественно в нижних частях троговых долин Кодара и Удокана, а также в низкогорье других хребтов. Лиственничники, нередко с примесью березы плосколистной с кедровым стлаником и ерником в подлеске, имеют довольно развитый кустарничковый ярус, представленный болотным багульником, голубикой, брусникой. Преобладают эрозийные процессы, десерпция.

Котловинные ландшафты достаточно подробно описаны В. С. Михеевым [1974]. Кроме этого, публикации В. С. Преображенского [1962], Н. А. Флоренсова и В. Н. Олюнина [1965], И. В. Климовского и А. Т. Напрасникова [1966], Д. В. Лопатина [1972], А. М. Караушевой [1977], Ю. О. Медведева [1983], В. В. Ана, А. С. Любомирова и Л. Н. Соловьевой [1984] дают представление о природных особенностях Чарской котловины. Полученные знания при работе с космическими материалами позволили дифференцировать подгорные ландшафты на моренные, подгорные аккумулятивные и подтаежные лиственнично-сосновые на задровых песках, таежно-котловинные — на лиственничные с сосной и лиственничные ерниковые, болотно-котловинные — на лиственничные мохово-ерниковые и на долинные маревые ландшафты.

Формированию на моренах лиственничников с ольхово-ерниковым подлеском и мохово-кустарничковым ярусом на валунно-супесчаных отложениях способствуют повышенные по сравнению с дном котловины температуры, благоприятные условия дренирования моренных гряд, незначительная в целом влажность (до 12—16%), грубообломочный состав грунтов и связанная с этим большая мощность (3,5—4,5 м) сезоннопротавивающего слоя [Михеев, 1974]. Из современных процессов рельефообразования здесь наиболее значительны термокарст, локальное пучение, наледные процессы и подповерхностный смыв, формирующий задровые наклонные равнины.

Крутонаклоненные подгорные участки, приуроченные в основном к кодарскому борту котловины, — эти облесенные конусы выноса многочисленных постоянных и временных горных водотоков и делювиально-коллювиальные шлейфы, которые характеризуются развитием лиственничников с ольхово-ерниковым подлеском на мерзлотно-таежных оподзоленных почвах. Из современных процессов рельефообразования наиболее значительны сели, лавины, осыпи и криогенная десерпция.

Подтаежные лиственнично-сосновые на задровых песках ландшафты обладают повышенными термическими ресурсами. Песчаные массивы, благодаря особенностям литологии, создают дополнительный геотермический градиент, способствующий значительной глубине протаивания грунтов в летний период. В специфической экологической среде урочища «Пески» сформировались уникальные для котловины псаммоксерофильные растительные группировки «степондного» характера. В этих ландшафтах развиты эоловые процессы, речная эрозия, термокаст, пучение грунтов, плоскостной смыв.

Тaeжно-котловинные ландшафты представлены двумя типами — лиственничниками с сосной и ерниковыми лиственничниками. В Чарской котловине господствуют леса из даурской лиственницы, занимающие 77% лесопокрытой площади [Токарев, 1969]. Наибольшие площади заняты лиственничниками ерниковыми кустарничково-моховыми, чему в значительной степени способствуют равнинный характер рельефа и широкое распространение мерзлотно-таежных почв на неглубоко залегающей мерзлоте. Незначительна доля лиственничников с подлеском из ив и рододендрона мелколистного. Преобладание последнего в кустарничковом ярусе свидетельствует об ухудшении экологических условий среды. Нанехудшие лесорастительные условия складываются в местообитаниях, занятых низкорослыми редкостойными лиственничниками с разреженным подлеском из ерника и рододендрона мелколистного.

Поймы и низкие надпойменные террасы заняты чозениево-тополевыми и относительно высокорослыми лиственнично-еловыми лесами со смешанным подлеском и травяно-кустарничковыми и кустарничково-травяным зеленомошным покровом, а также лиственничниками — брусничниками без подлеска. Улучшение лесорастительных условий в данных местообитаниях связано как с отепляющим и дренирующим влиянием водотоков, так и с улучшением пищевого режима распространенных здесь слоистых дерновых почв. Развиты речная эрозия, пучение грунтов, наледные процессы.

Болотно-котловинные ландшафты сформированы заболоченными лиственничными и маревыми геосистемами. Они отличаются некоторой переувлажненностью в связи с плоским рельефом и неглубоким залеганием мерзлоты. Значительные площади заняты ерниковыми и ивняковыми зарослями, главным образом кустарничково-гигрофильно-моховыми. В пойме р. Чара и в некоторых отдельных урочищах, например котловине оз. Топалах, ведущую роль играет луговая растительность.

Анализ ландшафтных условий Чарской котловины и ее горного обрамления позволяет сделать вывод о связи природных особенностей с развитием экзогенных процессов и о необходимости дифференцированного ландшафтного подхода в их изучении и картографировании.

КОМПЛЕКСНАЯ ТРЕХУРОВЕННАЯ СИСТЕМА ИЗУЧЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ УДОКАНСКОГО ПРОМУЗЛА

Экстремальные природные условия территории Удоканского промышленного узла — основной фактор интенсивного развития ЭГПР региона, происходящего в разных временных интервалах. Физическое выветривание постоянно, гравитационные процессы нередко проявляются в виде катастрофических явлений, криогенные процессы и явления протекают медленно, по многолетним и сезонным циклам, интенсивность развития нивально-гляциальных и флювиальных процессов зависит от сезонных метеорологических факторов. В связи с этим методика исследований динамики ЭГПР должна заключать такой комплекс методов, который позволит получить сравнимые качественные и количественные данные их развития

в разных временных интервалах. Оптимальный вариант такого комплекса — система трехуровневого изучения динамики развития ЭГПР в регионе.

Наземные геодинамические полигоны с системой динамических площадок составили наземный уровень изучения ЭГПР. Такая система исследований включала также сеть метеорологических постов наблюдений за режимом метеоусловий на разных абсолютных высотах и разной экспозиции склонов территорий геополлигонов. Был оборудован и ряд гидростворов на основных реках полигонов для периодических измерений суммарных величин жидкого и твердого стока с замкнутых участков их бассейнов.

Второй уровень изучения ЭГПР включал систему использования аэросъемочных фотоматериалов и аэровизуальных наблюдений и съемок на площадках и геополлигонах. По результатам дешифрирования разномасштабных аэрофотоснимков были составлены серии средне- и крупномасштабных планов и карт рельефа, комплексных ландшафтных картосхем и схем дешифрирования экзогенных процессов рельефообразования ряда динамических площадок. Были созданы геодинамические картосхемы ЭГПР по разновременным аэрофотосъемкам.

В 1982 г. на территориях геодинамических полигонов была выполнена специальная выборочная аэрофотосъемка ключевых участков и некоторых динамических площадок. Частично материалы аэросъемки обработаны фотограмметрически для создания планов рельефа, по ним составлены подробные схемы дешифрирования развития экзогенных процессов рельефообразования отдельных ключевых участков и ряда динамических площадок. В целом эти материалы могут быть использованы как реперные при дальнейших исследованиях динамики ЭГПР региона.

Третий уровень, составляющий систему изучения и картографирования ЭГПР, основывается на использовании космических методов и материалов. При этом использовались космические фотоснимки различных видов (многозональные, спектрзональные и обычные черно-белые) и масштабов. Космические фотоснимки и производные от них документы — фотопланы и фотосхемы — использовались для изучения площадного распространения и динамического развития ЭГПР региона и непосредственного их картографирования на фотографической основе. Завершающим звеном исследования ЭГПР является их геодинамическое районирование на ландшафтных принципах, выполняемое непосредственно на фотооснове космических фотоснимков.

В целом трехуровневая система изучения и картографирования ЭГПР (наземная, воздушная и космическая) составила основу комплексных наблюдений за динамикой природных процессов. В результате комплексных исследований ЭГПР получены качественная оценка их площадного распространения и количественные параметры динамики развития отдельных ведущих экзогенных процессов, их групп и комплексов. Ниже излагается конкретное содержание уровней комплексного изучения ЭГПР.

Стационарные режимные исследования экзогенных процессов рельефообразования

Исследования, конечным итогом которых является лишь общее описание территории, выявление качественных сторон, в настоящее время не удовлетворяют запросы науки и производства. Сказанное в полной мере относится к изучению ЭГПР. Количественные характеристики необходимы для разработки теоретических вопросов экзогенного рельефообразования и оценки инженерно-геологических условий строительства. Особую важность численные значения ЭГПР приобретают в связи с прогнозом их развития как в естественных, так и в нарушенных техногенными влияниями условиях.

Наблюдения за ЭГПР, как отмечает С. С. Воскресенский [1971], требуют тщательных стационарных или полустационарных наблюдений, повторных измерений на специально подготовленных участках. Для постановки таких режимных наблюдений в регионе были выбраны два ключевых участка (геодинамических полигона) — бассейн р. Ср. Сакукан в хр. Кодар и верховье бассейна р. Чина с прилегающей территорией в хр. Удокан. Выбор эталонных участков обусловлен наиболее оптимальным сочетанием набора ЭГПР, характерных в целом для горного обрамления Чарской впадины. Местоположение Удоканского (Чинейского) геодинамического полигона определялось непосредственной близостью к району Чинейского железорудного месторождения и Удоканского ГОКа.

Исследования по стационарному изучению ЭГПР были начаты в 1976 г. в пределах Кодарского геодинамического полигона в бассейне р. Ср. Сакукан. Наблюдения проводились в основном на 37 геодинамических площадках. В 1981 г. в районе хр. Удокан (Чинейский участок) заложен Удоканский геодинамический полигон, на территории которого были оборудованы 20 геодинамических площадок.

Для учета общих закономерностей развития ЭГПР необходимо изучение не только самих экзогенных процессов, но и влияющих на их развитие других природных факторов — путем постановки режимных наблюдений за их развитием. Прежде всего это касается изучения метеорологических особенностей района, для чего использовались данные ближайших метеостанций и гидрометеопостов, а также организованных непосредственно на участках стационаров режимных метеорологических и частично гидрологических наблюдений.

Работа, связанная с получением количественных показателей развития ЭГПР, предполагает следующие этапы: заложение сети геодинамических площадок; проведение наблюдений и измерений для получения результатов о динамике процессов; использование количественных показателей для составления схем и карт интенсивности скоростей развития процессов.

На первом этапе необходимо обеспечение корректности количественных показателей режима ЭГПР в зависимости от тех или иных факторов. Это достигается выбором мест размещения геодинамических площадок в пределах полигона. Кроме того, учитывая сложности организации стационарных работ в труднодоступном горном районе, представляется важным выбор репрезентативных участков для наблюдений за этими процессами, поэтому при выборе таких площадок руководствовались следующими критериями [Пластинин и др., 1978]:

площадки должны быть типичными для горного района;

размеры участков должны быть небольшими, чтобы исследователь с одной и той же постоянной точки мог вести наблюдения за всеми процессами и явлениями, которые будут иметь место;

рельефообразующие процессы на выбранных площадках наблюдаются визуально и инструментально (геодезические замеры, фототеодолитная съемка и др.);

площадки располагаются в различных условиях экспозиции, крутизны и обнаженности их поверхностей.

Учитываются также и общие инженерно-геологические условия региона.

Второй этап должен обеспечивать регулярность и периодичность наблюдений и, что особенно важно, точность измерений. Последнее достигается применением наиболее совершенных измерительных устройств и точных геодезических и стереофотограмметрических приборов.

При изучении интенсивности ЭГПР использовались в основном традиционные методы: улавливания, подвижных и неподвижных реперов, маркировки опознавательных линий, геодезических и фототеодолитных съемок и измерений. Следует отметить, что особенности рельефа изучае-

мой территории потребовали некоторой модернизации ряда методов, а труднодоступность района — упрощения некоторых методических приемов.

При изучении ЭГПР методами геодинамических учетных площадок предусмотрено обязательное использование паспортизации материалов. По мнению Е. А. Толстых [1980], сущность паспортизации заключается в применении комплекса паспортов по всем методам исследования динамики процессов, которые отличаются универсальностью и отвечают всем специфическим условиям объектов исследования и требованиям отдельных методов.

Паспорт, с одной стороны, представляет собой форму отчетности об объектах исследований ЭГПР, содержащую необходимую и достаточную информацию. С другой стороны, паспорт объектов исследований ЭГПР — это разработанная технология применения того или иного метода количественной оценки динамики ЭГПР. В связи с этим паспорт — незаменимый материал как при полевых исследованиях, так и при камеральной обработке материалов.

Назовем основные принципы паспортизации. Непосредственному описанию геодинамических площадок должна предшествовать достаточно подробная характеристика ландшафтных и инженерно-геологических условий самого полигона и прилегающих территорий. Эти знания необходимы для понимания общих условий развития ЭГПР, места полигона в общей структуре района.

Составление паспортов на геодинамические площадки полигона проводилось по следующей схеме.

I. Характеристика полигона.

1. Обзорная схема.
2. Ландшафтно-индикационная карта.
3. Карта распространенности экзогенных геологических процессов.
4. Карта пораженности экзогенными геологическими процессами.
5. Схема размещения площадок на полигоне.

(Указанные карты создаются как конечный результат изучения ЭГПР.)

II. Паспорта площадок.

1. Название площадки, номер на схеме.
2. Назначение площадки.
3. Привязка площадки.
4. Ландшафтные условия: вертикальная поясность, экспозиционность; характер почвенно-растительного покрова.
5. Геоморфологическое описание (геоморфологическое положение, абсолютные отметки, экспозиция, угол наклона и другие особенности микрорельефа).
6. Геологическое строение (название породы, возраст, индекс на геологической карте, литологический (петрографический) состав пород, гранулометрический состав (для рыхлых пород) и другие показатели физико-механических свойств, элементы залегания, трещиноватость, отдельность, степень выветрелости, влажность, уровень грунтовых вод (УГВ), глубина залегания ММП).
7. Экзогенные процессы (ведущие и сопутствующие).
8. Методы изучения развития (динамики) ЭГПР, дата заложения, оборудование площадки, виды работ, периодичность наблюдений, снимаемые данные, исполнители.
9. Гидрометеорологические характеристики:
 - а) гидрологический режим (для эрозийных и наледных процессов: ледяной и твердый сток, уровень воды, температура воды, ледовые явления);
 - б) динамика развития снежного покрова (высота снежного

покрова, плотность снега, запасы воды в снеге, пространственное распределение, снежные лавины);
в) атмосферные осадки (годовая сумма, распределение по сезонам, продолжительность и интенсивность);
г) температура воздуха и почвы (суточные и годовые амплитуды, экстремальные температуры, сумма положительных и отрицательных температур, число переходов через 0°);
д) ветровой режим (скорость ветра, повторяемость направления и скорости ветра).

10. Результаты наблюдений.

11. Выводы.

На каждую из 37 оборудованных геодинимических площадок на Кодарском геодинимическом полигоне и 20 — на Удоканском был заведен паспорт. В обобщенном виде они составили банк данных паспортов, в который ежегодно вносились количественные показатели развития ЭГПР.

В паспорта были внесены количественные показатели интенсивности ряда ЭГПР. Динамика некоторых процессов на Кодарском полигоне (выветривание, обваливание, осыпание, десерпция, селевая деятельность и др.) изучалась несколько лет. Поэтому полученные результаты по скорости денудации этих процессов являются продолжением многолетних наблюдений (с 1976—1978 гг.). Часть геодинимических площадок была оборудована в 1982 г. Для ЭГПР, имеющих циклический характер, период в один год, как и предполагалось, оказался недостаточным для определения скорости денудации. В методику изучения ЭГПР были внесены некоторые изменения. С одной стороны, совершенствовалась методика и применялись дополнительные методы, с другой — наоборот, некоторые методы и виды наблюдений на площадках были сокращены.

В настоящее время в работах, связанных с изучением природных особенностей и процессов, наряду с традиционными методами все шире применяются дистанционные методы, значительно сокращающие трудоемкость наземных работ. Аэрофотосъемка, фотограмметрические измерения, дешифрирование аэроснимков и различных материалов космических съемок сокращают затраты времени и средств при изучении труднодоступных горных районов. Большое внимание уделяется количественным методам исследований. Все расчеты по динамике процессов и выдача рекомендаций строятся на основе точных количественных данных, получаемых в большинстве своем при изучении этих процессов наземными инструментальными методами.

Основу таких исследований в регионе составляли работы на ключевых участках, где велись режимные наблюдения за динамикой экзогенных процессов, ходом метео- и гидроэлементов, проводились описания растительности и почв и выделялись геосистемы — преимущественно фации и группы фаций [Сочава, 1978].

Наиболее полноценный материал (количественные характеристики) о развитии процессов можно получить только путем многолетних наблюдений в стационарных условиях. В природе процессы, формирующие ландшафты, протекают не изолированно, а во взаимодействии, поэтому оценить каждый из них в отдельности затруднительно. Очевидно, только одновременными наблюдениями за ландшафтообразующими процессами и факторами, влияющими на них, можно выявить общие закономерности динамики геосистем, а при необходимости направить их развитие в нужную сторону [Войлошников, 1967]. Инструментальные методы, используемые при изучении склоновых процессов, включали в себя геодезические засечки (линейные, угловые прямые и обратные, комбинированные), нивелирование по постоянным профилям, а также тахеометрические, мензульные и фототеодолитные съемки исследуемых геодинимических площадок [Войлошников, 1968, 1969].

Для определения смещения материала вниз по склону при десерпционным движении применялся метод измеренных расстояний и прямых угловых засечек.

Метод расстояний заключается в систематическом измерении расстояний между подвижными точками и неподвижными опорными реперами, которые выбирались на выходах коренных пород. Достоинство этого метода — сравнительная простота, использование доступных измерительных приборов (стальная рулетка с миллиметровыми делениями), несложная камеральная обработка.

Техническое нивелирование — наиболее простой и доступный метод инструментальных наблюдений в гольцах. Он применялся при изучении селевой и лавинной деятельности, при определении скорости смещения рыхлого материала под воздействием солифлюкции, величины пучения на мерзлотных площадках, действия наледных процессов, а также для высотного обоснования тахеометрических и мензульных съемок и привязки аэроснимков. При изучении селевой деятельности временных водотоков были заложены и ежегодно повторялись профили нивелирования на участках активной селевой деятельности. Селевые паводки, кроме выноса обломочного материала с денудационной поверхности, эродируют и лежащие в нижней части склонов аккумулятивные шлейфы и конусы. С верхних участков конусов материал выносятся и частично аккумулируется в центральных и нижних его частях.

Применяя нивелирование, нельзя прямо говорить о скоростях тех или иных процессов, но относительную величину перемещения материала определить можно. Так, для сравнения лавинной, селевой и обвально-осыпной деятельности были заложены и ежегодно повторялись нивелирные профили на конусах, сформированных преимущественно теми или иными названными выше процессами. Анализ профилей показал, что более всего в альпийских гольцах изменяется поверхность конусов, сформированных временными водотоками, в меньшей степени — созданных лавинной деятельностью, очень слабые изменения отмечаются на поверхности осыпных конусов. Наиболее информативные результаты нивелирования получены на мерзлотных площадках при определении величин пучения — просадок грунта. Такие площадки размером 5×5 и 10×10 м закладывались на рыхлых отложениях в разных геосистемах (с разной увлажненностью, крутизной склонов, составом пород и различной степенью покрытия растительностью). По методике, предложенной В. А. Войлошниковым [1968, 1969], проводилось площадное нивелирование два раза в год — при мерзлом состоянии грунта и в период максимального оттаивания. Значительные по амплитуде движения (до 318 мм) наблюдались на заболоченных участках долин, меньшие (10—35 мм) — на сухих щебнисто-глыбовых с травяно-кустарничковой растительностью участках. Это подтверждают высказывания Л. Н. Ивановского, В. А. Войлошникова и др. [1967] о том, что гидротермические движения наиболее интенсивны на тонкодисперсных грунтах слабодренлируемых понижений заболоченных долин и нижних частей вогнутых склонов, а менее динамичны они на отдельных сухих щебнистых суглинках и песках.

Тахеометрические съемки выполнялись в наиболее отдаленных труднодоступных участках, так как они не требуют громоздкого оборудования, менее зависят от погодных условий и могут выполняться минимальным количеством исполнителей. Они наиболее целесообразны при крупномасштабном картографировании ледников, осыпных и лавинных конусов в висячих троговых долинах. При съемке ледника № 19 (рис. 3) были зафиксированы конечно-моренные валы осцилляционных остановок ледника, что послужило основой для выявления характера и особенностей отступания ледника. Зафиксированы современная граница конца ледника и снеговая линия. Определены высотные отметки ледника и морены, вычислены площадь и объем льда и моренного материала. Планы тахеомет-

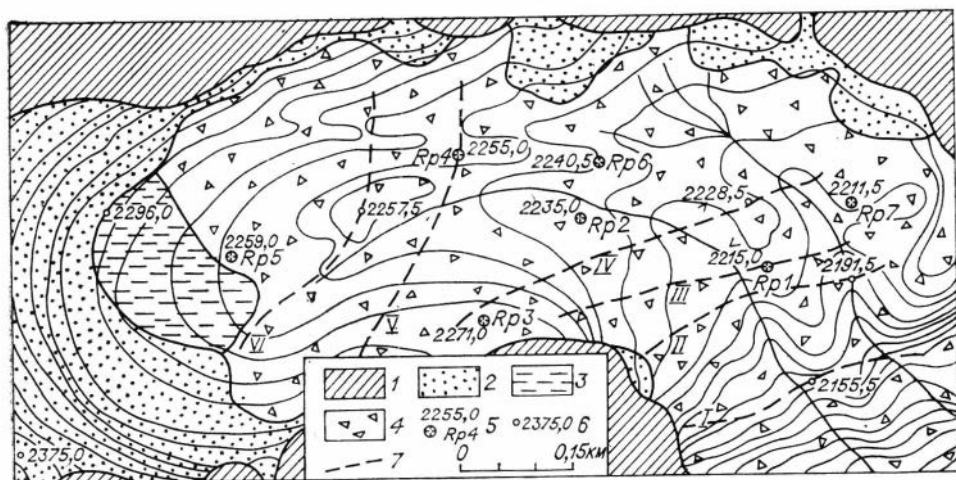


Рис. 3. План тахеометрической съемки ледника № 19 в хр. Кодар (бассейн рек Правый и Средний Сакукан).

1 — скалистые стенки кара; 2 — снежники и фирновая часть ледника; 3 — открытая часть ледника; 4 — моренные отложения; 5 — репера и их высоты; 6 — высотные отметки; 7 — моренные валы осцилляционных остановок ледника.

рических съемок позволяют установить не только морфологию природных объектов, но и динамику ландшафтообразующих процессов.

На отдельных небольших участках местности, на которых происходят быстрые изменения в течение года, целесообразно выполнять мензульные съемки, методика которых не представляет особой сложности. Вначале выполняется съемочное обоснование, заключающееся в определении положения на плане некоторых точек и их высот, определяемых геометрическим нивелированием. В процессе съемки съемочное обоснование сгущают точками, положение которых определяют графическими засечками полярным способом. При сравнении планов мензульных съемок 1977 и 1982 гг. лавинно-селевого конуса в хр. Кодар видны все изменения, произошедшие на конусе за этот срок под действием селевых процессов. В 1977 г. из 6400 м² общей площади участка 830 м² занимала часть конуса с ровной поверхностью, наклоненной под углом 23°, с разреженным лишайниковым и кустарничковым покровом; 1100 м² приходилось на участок, покрытый кедровым стлаником; центральную часть конуса занимала селевая рытвина, сложенная глыбово-щебнистым материалом со сложным строением поверхности — чередованием ложбин и гребней, площадь ее 4370 м². Селевые паводки, прошедшие за этот период, увеличили площадь рытвины на 650 м² за счет подрезки части конуса, заросшего кедровым стлаником. Изменилось строение поверхности самой рытвины.

Мензульные съемки солифлюкционного склона на Каларском хребте за двухлетний срок дают картину развития солифлюкционного процесса. Поверхность склона, сложенного щебнисто-супесчаными отложениями и покрытого травяно-лишайниковой растительностью с редкими кустарничками, изменяется под действием солифлюкции. Происходит перемещение материала вниз по склону в виде натечных языков.

Наземная стереофотограмметрическая съемка выполняется по фотоснимкам, полученным в процессе фототеодолитной съемки с постоянных базисов. По снимкам одной и той же съемки можно строить планы в статичном состоянии, а использование разновременных снимков позволяет определить динамику природных процессов. Ежегодные (с 1977 г.) съемки селевого конуса в бассейне р. Ср. Сакукан позволили наблюдать характер изменения поверхности конуса и подсчитать объемы переносимого селевыми паводками обломочного материала. Изменение высоты поверхности

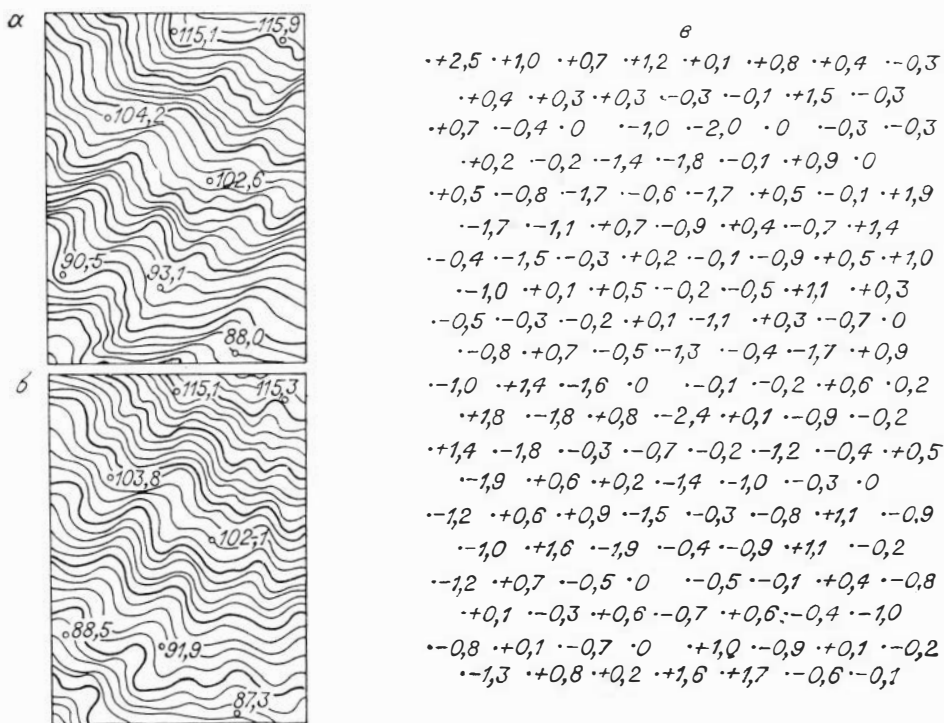


Рис. 4. Планы участка на селевом конусе (площадка № 13).
а — 1977 г.; б — 1982 г.; в — сетка разности отметок планов этих лет (м).

конуса определялось графическим способом — по горизонталям сопоставляемых планов (рис. 4) с помощью детальной координатной сетки.

Селевые паводки 1977 и 1978 гг., вызванные интенсивными дождями, вынесли с денудационной поверхности накопленный за предыдущие годы обломочный материал, часть которого была вынесена рекой, а часть отложена на конусе, и при этом объем рыхлых отложений на участке картографирования площадью 6324 м² увеличился на 3162 м³. Амплитуда врез-аккумуляции достигала здесь 3 м. В последующие годы, хотя и наблюдалось интенсивное выпадение осадков на участке, такого значительного изменения поверхности не происходило. Вынос материала преобладал над аккумуляцией. Это, по-видимому, связано с тем, что в денудационной части за этот период не происходило массового накопления рыхлого материала. Среднее значение эрозии в эти годы составило 35 см, а объем вынесенного материала с картографируемого участка — 2213,4 м³. Площадь рытин на конусе увеличилась почти на 100 м².

Таким образом, применение наземных инструментальных методов позволяет точно оценить влияние тех или иных процессов на формирование и динамику геосистем и, что наиболее важно, дать прогноз развития как процессов, так и геосистем в целом.

Аэрокосмические фотосъемки в изучении динамики экзогенных процессов рельефообразования

Как уже отмечалось, аэрокосмическая фотосъемка широко применяется в изучении природной среды и природных ресурсов и особенно в геолого-географических исследованиях [Виноградов, Кондратьев, 1971; Виноградов, Глушко, 1975; Космическая фотосъемка... 1975; Виноградов, 1976, 1981, 1984; Аэрокосмическая информация..., 1979; Космическая съемка...,

1979, 1980; Гонин, 1980; Аэрокосмические методы..., 1981; Картографирование..., 1982; Новое в картографировании..., 1983; Современная проблема..., 1983; Аэрокосмические и наземные исследования..., 1984].

Применение аэро- и космических фотосъемок, выполняемых с различных высот, создает в сочетании с наземными наблюдениями (в том числе наземной стереофотосъемкой) такой современный комплекс методов, который универсален для многих направлений природоведческих исследований, в частности для изучения природной среды и динамики природных процессов труднодоступных горных территорий районов БАМа [Воробьев и др., 1979, 1983; Воробьев, Пластинин 1984; Пластинин и др., 1978, 1980, 1981, 1983, 1984; Плюснин, 1979, 1981, 1984; Пластинин, 1984]. Только такой комплекс наземного инструментального и дистанционного изучения позволит выявить общие закономерности распространения и динамики процессов экзогенного рельефообразования, получить достоверные качественные и количественные параметры их развития или выделить роль и значение ведущих процессов, их групп и комплексов.

В конечном результате комплексное применение указанных методов обеспечит наибольшую достоверность, объективность и точность решения задач по изучению распространения, современного состояния и динамики процессов рельефообразования, что, в свою очередь, будет использовано при их картографировании в разных масштабах.

Комплекс разномасштабных фотоматериалов — от крупномасштабных аэросъемочных и фототеодолитных до мелкомасштабных космических фотоизображений — позволяет достоверно (документально) фиксировать определенное динамическое состояние изучаемого экзогенного процесса (явления) на конкретный временной период. Сравнение многоцветных фотосъемок выявляет динамику ряда процессов по прямым признакам — для фотогеничных объектов и по косвенным — для нефотогеничных по разновременным фотоснимкам.

Фототеодолитные снимки и самые крупномасштабные аэрофотоснимки (фото 2) наиболее наглядно представляют микроформы рельефа и характер поверхности ключевых участков (динамических площадок) с детализацией отдельных их частей, с уточнением взаимного расположения и конфигурации выделов поверхностей и выделов отложений. Уточняются также механический состав и характер распределения микроформ в границах площадок. Это позволило определить интенсивность (пораженность) развития ЭГПР на разных участках динамических площадок и выделить ведущий процесс, а в дальнейшем, с помощью методов фотограмметрических измерений, получить количественные параметры их пространственного и временного развития, которые также использовались для отработки дешифровочных признаков ЭГПР на крупно- и среднемасштабных АФС.

Крупномасштабные аэроснимки получены при выборочных аэросъемках динамических площадок и ключевых участках в границах Чарского аэрокосмического полигона. По таким снимкам устанавливаются положение динамической площадки относительно мезоформ рельефа, ее взаимосвязи с другими элементами рельефа, расположенными по соседству, выделяются участки динамической площадки с различным характером и интенсивностью развития ЭГПР, а при фотограмметрической обработке определяются их количественные параметры развития. По таким АФС можно установить закономерности распределения и характер закрепленности поверхности динамических площадок растительностью, а также роль последней в ограничении интенсивности развития склоновых ЭГПР.

В результате по крупномасштабным АФС созданы крупномасштабные схемы и карты (планы) динамических площадок, на которых отображены детали их микрорельефа, подчеркнуты наиболее динамичные участки и частично определены их количественные характеристики (рис. 5).

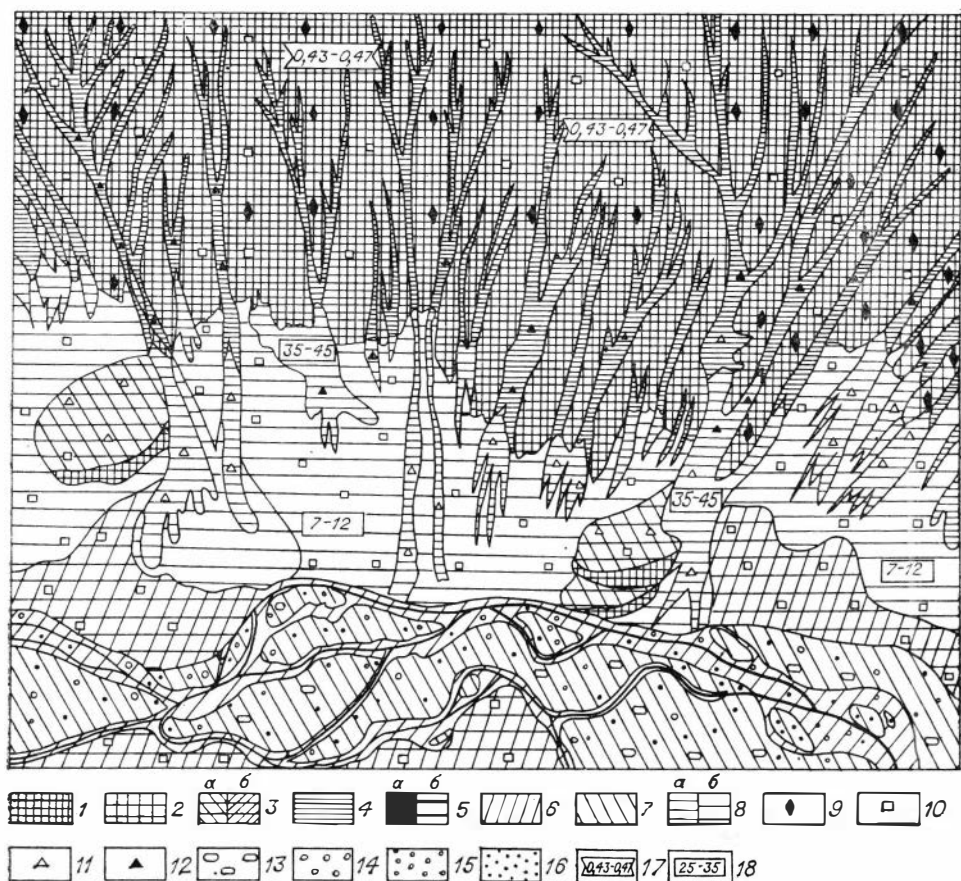


Рис. 5. Схема дешифрования экзогенных процессов рельефообразования.

Денудационные процессы: 1 — обально-осыпные на очень крутых ($50-80^\circ$) склонах; 2 — осыпные на крутых ($45-65^\circ$) склонах; 3 — курумообразование (α — активное на склонах средней крутизны ($25-45^\circ$), β — слабое на пологих ($15-25^\circ$) склонах). Процессы линейной эрозии и денудации: 4 — эрозионно-селевый и лавинно-осыпной снос по крутонаклонным лоткам; 5 — глубинная и боковая эрозия (α — в речных руслах, β — на наледных полянах). Аккумулятивные процессы: 6 — аккумуляция рыхлого материала и наледообразование на низкой пойме; 7 — аккумуляция и криогенез на высокой пойме; 8 — аккумуляция на коллювиальных конусах и шлейфах (α — сильная, β — слабая). Состав грунтов: 9 — скальные породы; 10 — глыбы; 11 — щебень; 12 — дрова; 13 — валуны; 14 — галька; 15 — гравий; 16 — песок. Интенсивность ЭГПР (мм/год): 17 — скорость выветривания и денудации скальных массивов; 18 — скорость движения обломочного материала на склонах.

В дальнейшем сравнительный анализ крупномасштабных схем, карт (планов), созданных по разновременным АФС, позволит выявить направление развития ЭГПР, действующих в пределах динамической площадки, выявить развитие ведущих процессов, установить количественные параметры их динамических изменений.

Среднемасштабные АФС выполнены на значительные площади Чарского аэрокосмического полигона в 60—70-х годах. По ним установлено распространение очагов проявления генетических групп и комплексов ЭГПР в пределах геодинамических полигонов, площади которых достигают $120-300 \text{ км}^2$. Выявлена приуроченность их к определенным мезо- и макроформам рельефа и различным положениям на склонах, водоразделах или днищах долин. Уточнены границы зон зарождения, транзита и аккумуляции отложений различных генетических групп и комплексов ЭГПР в пределах геодинамического полигона (рис. 6). Отработана система дешифровочных признаков генетических групп и комплексов ЭГПР.

Дальнейшая задача изучения динамики экзогенных процессов заключалась в интерпретации полученных данных детальных исследований



Рис. 6. Схема динамики рельефа ключевого участка в хр. Удокан; за 20 лет (составлена по аэрофотоснимкам 1955 и 1975 гг.).

1 — резко расчлененные скалистые гребни и склоны; 2 — овально- и лавинно-осыпные склоны; 3 — площади денудации скального уступа за 20 лет; 4 — положение границ овально- и лавинно-осыпных конусов и шлейфов (а — на 1955 г., б — на 1975 г.); 5 — положение русел рек (а — на 1955 г., б — на 1975 г.); 6 — поверхности, закрепленные растительностью (а — древесной, б — мохово-кустарниковой).

ЭГПР по АФС на более обширные территории регионального, локального и детального уровней. Эта задача могла быть решена только с помощью разномасштабных космических фотоматериалов.

Для создания карт ЭГПР использовались космофотоснимки регионального уровня генерализации, отвечающие требуемым условиям картирования геоморфологической основы ЭГПР. Присущие снимкам этого уровня обзорность и оптическая генерализация позволили выявить основные типы рельефа картируемой территории и общую направленность развития ЭГПР. Дешифрирование тектонико-литологических условий ЭГПР существенно облегчается тем, что они находят прямое выражение в рельефе территории. Так, на КФС регионального уровня генерализации читается поднятие Кодарского хребта с характерной дендровидной фотоструктурой экзарационно-эрозионного расчленения и гладкой структурой равнин и днища Чарской котловины, сформированной ровным темным фототонном плоской заболоченной равнины, а также пятнисто-полосчатые структуры днищ крупных троговых долин, пронизывающих территорию хребта.

На таких снимках легко обнаруживаются сводово-сбросовый характер хребта, прямые линии сбросов Кодарского линеймента, крупные разломы локального значения, предопределяющие направление главных речных долин, разделяющих общее поднятие Кодарского хребта на блоки с различной амплитудой поднятия и, следовательно, с различной интенсивностью ЭГПР. На фоне общего поднятия Кодарского хребта отчетливо выделяется более приподнятый и резко расчлененный массив протерозойских гранитоидов с преобладанием экзарационно-денудационного рельефа. Экзарационно-эрозионный рельеф на метаморфизованных архейских и нижнепротерозойских породах характеризуется более спокойным характером расчленения, что отражается на фотоструктуре КФС. Выделяются выровненные вершинные поверхности, характеризующиеся

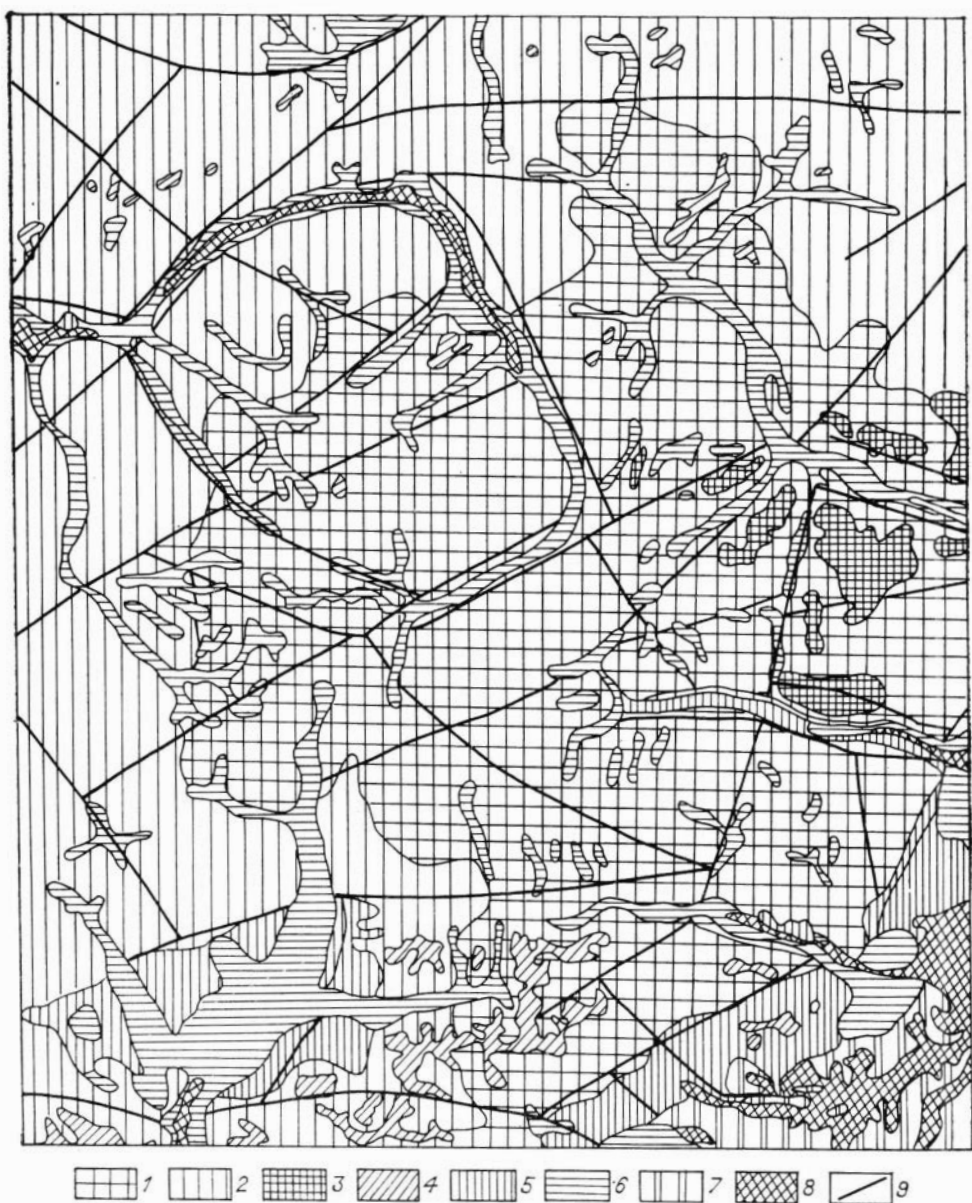


Рис. 7. Морфотектоническая карта.

1 — аэлюитный экзарационно-денудационный резко расчлененный рельеф на протерозойских гранитоидах; 2 — экзарационно-эрозионный расчлененный на метаморфизованных породах архея и нижнего протерозоя; 3 — экзарационно-эрозионный слабо расчлененный на юрских отложениях; 4 — выровненный плоский вершинный рельеф; 5 — плосконаклонный пролювиально-делювиальный плейфов; 6 — холмистый на моренах горно-долинного оледенения; 7 — слабоволнистый на флювиогляциальных отложениях; 8 — плоский флювиальный рельеф; 9 — разрывные нарушения, выраженные в рельефе.

однородной светло-серой фотоструктурой изображения, а также площади, занятые моренными, флювиогляциальными и флювиальными четвертичными отложениями (рис. 7).

Информация, полученная при дешифрировании КФС регионального уровня генерализации, позволяет выявить общий характер и направленность ЭГПР и подразделить территорию на области преобладающей денудации и преобладающей аккумуляции, а также установить районы с большей и меньшей степенью интенсивности развития ЭГПР.

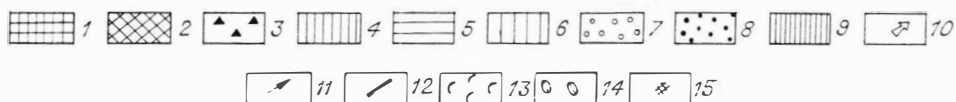


Рис. 8. Карта экзогенных процессов рельефообразования. (Составители В. П. Ступин, В. М. Плюснин, под редакцией Л. А. Пластинина.)

1 — гравитационные денудационно-аккумулятивные процессы; 2 — пролювиально-десерпционные; 3 — формирование курумов; 4 — делювиально-пролювиально-десерпционные транзитно-аккумулятивные; 5 — мерзотно-элювиальные, локально-десерпционные; 6 — мерзотно-болотные; 7 — нивальные; 8 — ледниковые; 9 — наледные; 10 — снежно-лавинные; 11 — селевые; 12 — эрозионные; 13 — солифлюкционные; 14 — термокарстовые; 15 — трещинно-полигональные мерзлотные.

По КФС локального уровня генерализации уточняются границы типов рельефа, четвертичные отложения разделяются на моренные, флювиогляциальные и флювиальные, выделяются разрывные нарушения, осложняющие общую картину развития ЭГПР. На этом уровне становится возможным выявление основных типов ЭГПР: гравитационных склоновых (обвальных и осыпных), медленных склоновых, включающих в себя раз-

личные типы десерпционных движений, нивально-гляциальных, мерзлотных, флювиальных (эрозионных) и др. (рис. 8).

По КФС данного уровня генерализации выбираются ключевые эталонные участки для исследований по аэро- и космифотоснимкам детального уровня генерализации и постановки режимных наблюдений за ЭГПР с целью набора дешифровочных признаков, сбора количественной и качественной информации и экстраполяции ее на картируемые территории со сходными процессами.

Сравнительный анализ КФС различных уровней генерализации с АФС и материалами картирования ЭГПР на эталонных участках показал, что наиболее фотогеничные проявления процессов однозначно отображаются как на АФС, так и на КФС. Это прежде всего процессы, связанные с деятельностью льда и снега. Так, наледные процессы, благодаря характерному рисунку структуры фотоизображения наледей и наледных полей, белому фототону и морфологической приуроченности к днищам долин, хорошо дешифрируются на КФС различных уровней генерализации: на КФС локального уровня фиксируются практически все наледы, выделяемые на АФС, а на КФС регионального уровня — наиболее значительные из них.

На КФС регионального уровня можно в общих чертах оконтурить зону действия нивально-гляциальных процессов, а на КФС локального уровня отчетливо читаются лотковые и конусовидные лавинные снежники, снежники у тыловых уступов гольцовых террас, а также снежниковые пятна и ледники. Участки, покрытые курумами по выположенным вершинам, читаются хуже, однако все же выделяются по однородной структуре изображения и светло-серому фототону, а также определяются при стереоскопическом анализе по горизонтальным или слегка наклонным слабоволнистым поверхностям.

Распространение гравитационных денудационно-аккумулятивных процессов уверенно дешифрируется при стереоскопическом анализе рельефа по светлому фототону, четко читаемым граням рельефа, подчеркнутым тенями, перистому и веерообразному рисунку фотоструктур, формируемых полосчатостью эрозионно-денудационных борозд на склонах.

Медленные склоновые процессы (десерпционные, солифлюкционные, делювиальные) читаются по гомогенной фотоструктуре, иногда с пятнами светлее или темнее основного тона, полосчатому рисунку пролювиальных ложбин, темному (вследствие задерживания) фототону. Подразделение этих процессов и определение общей направленности сопряжено с трудностями и требует привлечения АФС.

Недостаточно уверенно по КФС дешифрируются, а часто вообще не дешифрируются различные типы криогенных процессов: пучение, мелкие полигональные явления, мелкий термокарст. Для их картирования необходимо привлекать АФС, отрабатывать ландшафтно-индикационные схемы, использовать материалы полевых наблюдений.

На КФС детального уровня генерализации и АФС подробно изучаются генетические комплексы и очаги распространения ЭГПР, выявляются их связь с элементами геоморфологической и литолого-геологической обстановки, в частности приуроченность обвалов к склонам с благоприятным характером трещиноватости, наледей к приразломным частям долин, нивальных забоев к уступам структурно-денудационных террас и т. п.

Достоинства и преимущества использования аэрокосмических методов в природоведческих исследованиях заключаются в объективности (достоверности), точности и комплексности.

На аэрокосмических фотоснимках (АКФС) различных видов и масштабов объективно (достоверно) отображаются четкие и нечеткие границы различных фотоструктур природных образований. Четкость границ фотоструктур, в свою очередь, зависит от многих природных и технических факторов, но главным, определяющим (при отсутствии облачного и снеж-

ного покрова), будет фактор различной фотогеничности, контрастности соседних структур природных образований на конкретном фотоснимке.

Внутреннее содержание природных образований фиксируется на фотоснимках в виде фотоструктур более мелкого (второго, третьего и т. д.) порядка, четкость границ которых будет также зависеть от их фотогеничности и контрастности. Но в целом характер внутренней фотоструктуры изучаемого природного образования объективно характеризует внутреннее его содержание, взаимосвязи его компонентов, зафиксированные фотосъемкой. Достоверное и полное их дешифрирование на фотоснимках позволяет получать объективные данные о границах распространения, качественную и количественную характеристику внутреннего содержания того или иного природного образования.

Точность отображения границ, свойств и особенностей внутреннего содержания изучаемых природных образований на АКФС в значительной степени зависит от качества оригинальных и производных фотографических материалов космических фотосъемок. Четко читаемые границы на фотоснимках могут быть с высокой точностью перенесены на картографическую основу фотограмметрическими методами по АФС и традиционными методами по фотопланам и КФС. Точность и полнота раскрытия внутреннего содержания выделенных фотоструктур зависят от сложности поставленных задач и квалификации специалиста-дешифровщика. В любом случае для решения природоведческих задач анализ и дешифрирование фотоснимков на любом этапе исследований ЭГПР позволят получить более точную, полную качественную и количественную информацию об изучаемых природных образованиях, нежели анализ и использование картографических источников.

Одно из важнейших достоинств АКФС — комплексность информации. Комплексное изображение всех фотогеничных сторон изучаемых образований, создающих определенные фото- и стереоструктуры на фотоснимках, позволяет не только извлекать информацию о природных компонентах и их отдельных свойствах, но и устанавливать существующие взаимосвязи между ними, закономерности их взаимовлияния. Это позволяет специалистам разных направлений одновременно по одним и тем же фотоснимкам получать необходимую информацию.

Названные свойства фотоснимков способствуют выполнению многоотраслевого комплексного тематического картографирования с использованием АКФС определенного вида и масштаба.

Однако разномасштабным аэрофотоснимкам и космофотоснимкам присущи отличительные особенности.

При отработке методических приемов дешифрирования АФС должны учитываться крупномасштабность, детальность и трехмерная измерительность.

КФС отличают мелкомасштабность, обзорность и естественная генерализация.

С учетом таких особенностей АФС и КФС разрабатываемая методика дешифрирования ЭГПР может быть представлена как многоэтапный процесс распознавания их свойств на различных видах АКФС. Этапность накопления информации о качественном и количественном распространении и развитии ЭГПР осуществляется по принципу масштабного приближения: для АФС — от более крупных масштабов к более мелким, в том числе для измерения количественных параметров их развития; для КФС — от более мелких масштабов к более крупным в целях районирования и комплексного картографирования ЭГПР.

При этом первичная информация о распространении и развитии ведущего ЭГПР, их групп и комплексов получается на участках и динамических площадках по самым крупномасштабным фотоснимкам, выполненным с малых высот (200—500 м). В пределах геодинамических полигонов распространение и развитие ЭГПР изучаются по среднемасштабным АФС.

Дальнейшее исследование ЭГПР связано в основном с использованием КФС (в отдельных случаях высотных АФС), относящихся по сравнению с АФС к мелкомасштабным фотоматериалам. Представляется, что использование КФС в значительной степени связано с разработкой принципов и методов детального районирования условий развития и комплексного картографирования ЭГПР. Поэтому использование КФС при исследовании ЭГПР должно строиться по принципу масштабного приближения — от более мелких масштабов к более крупным. При этом масштаб фотоматериалов определяется размерами исследуемого региона. Например, для исследуемого региона, расположенного в основном в границах провинции (иерархия физико-географического районирования), использованы КФС регионального уровня генерализации.

Для детального исследования ЭГПР в регионе применялись КФС детального и регионального уровней генерализации [Садов, Ревзон, 1979]. При этом решались следующие задачи:

- определялись границы основных региональных морфоструктур I порядка (горных хребтов, нагорий, межгорных котловин, впадин и др.) и II порядка (высотных поясов хребтов и нагорий, подгорных шлейфов, равнин и поим межгорных котловин (впадин) и др.);

- выявлялись связи выделенных морфоструктур с генетическими типами ЭГПР, формирующими определенные типы морфоскульптуры;

- устанавливались особенности картографирования генетических типов ЭГПР, морфологическая выраженность и приуроченность их к определенным формам рельефа, экспозиции макросклонов и т. д.;

- определялись конкретные очаги проявления ЭГПР для картографирования их в средних масштабах;

- устанавливались количественные параметры степени пораженности территории (интенсивности развития) ЭГПР для целей создания карт динамики их развития;

- выявлялись циклы и стадии динамики развития ЭГПР для разработки пространственного и временного прогноза их развития, создания прогнозных карт динамики развития ЭГПР в целях инженерного освоения региона.

Аэровизуальное дешифрирование аэрофотоснимков оказалось наиболее оптимальным методом при топографическом картографировании труднодоступных горно-таежных районов Сибири. Разработанная методика предусматривала проведение дешифрирования на вертолетах и небольших самолетах с одновременными выборочными крупномасштабными аэрофотосъемками ключевых участков (эталонов) по маршрутам дешифрирования.

Целесообразность проведения аэровизуального дешифрирования космических фотоснимков неоспорима, так как их наземная интерпретация затруднена.

С учетом информационных возможностей КФС средних масштабов для изучения распространения ЭГПР, установления очагов их проявления, а также в целях их среднемасштабного картографирования аэровизуальное дешифрирование планировалось после предварительного камерального анализа и дешифрирования КФС и составления проекта аэровизуального обследования района. При этом предусматривалась выборочная крупномасштабная фотопривязка (фотосъемка) ключевых участков обычными фотоаппаратами или аэрофотоаппаратами.

Аэровизуальное дешифрирование с аэрофотосъемкой ключевых участков выполнялось с высоты 200—500 м, когда достаточно четко просматриваются необходимые детали проявления очагов ЭГПР, устанавливаются взаимосвязи ведущих ЭГПР с их группами, выявляются взаимосвязи ЭГПР с ландшафтными условиями их развития в пределах маршрутов обследования, определяются границы распространения ЭГПР и ландшафтно-геоморфологические рубежи.

В ходе выполнения аэровизуального дешифрирования уточняются не только ранее известные дешифровочные признаки ЭГПР на конкретных КФС, но и отрабатываются натурные признаки распознавания ЭГПР и условий их развития на конкретный период сезонного их состояния. В результате за относительно небольшой период времени возможно осуществление аэровизуального обследования и дешифрирования КФС на значительных площадях.

Резюмируя вышеизложенное, отметим следующее:

- аэрокосмические методы в настоящее время стали основой комплексного и системного изучения различных природных образований, особенно необходимы они при изучении динамики природных процессов и явлений;

- ведущие позиции на настоящем этапе аэрокосмических исследований заняла аэрокосмическая фотосъемка, она является базой комплексного изучения и картографирования экзогенных процессов рельефообразования Удоканского промузла как на топологическом, так и на региональном уровне;

- свойства и особенности аэро- и космических фотоснимков позволили применить комплексный подход в изучении экзогенных рельефообразующих процессов региона, объективно, достоверно и точно проводить их картографирование, причем изучение динамики развития ЭГПР проведено по принципу масштабного приближения аэрофотоснимков — от более крупных к более мелким масштабам, а детальное ландшафтное районирование и картографирование ЭГПР выполнено по принципу масштабного приближения — от более мелких масштабов космифотоснимков к более крупным;

- детальное ландшафтное районирование является в принципе продолжением (детализацией) общего физико-географического районирования региона и выполняется по принципу разделения фотоструктур разного порядка по космическим фотоснимкам (КФС) разных видов и масштабов;

- непосредственное дешифрирование космических фотоснимков целесообразно выполнять методом аэровизуальных обследований с вертолета с выборочной фотопривязкой (аэрофотосъемкой) ключевых участков. В комплексе с наземными методами этот метод позволит поставить картографирование ЭГПР на системный уровень для выработки прогноза развития ЭГПР в целях инженерного освоения территории региона.

Ландшафтная индикация экзогенных процессов рельефообразования аэрокосмическими методами

Установление ландшафтных индикаторов основывается на изучении закономерностей между протеканием экзогенных процессов и природными особенностями данных участков. Особое значение при этом имеет количественное выражение зависимостей основных характеристик экзогенных процессов от отдельных элементов природной обстановки. Выявление зависимостей наиболее рационально проводить на ключевых участках (станционах) посредством инструментальных наблюдений.

Выбор местоположения и числа ключевых участков предварительно определяется по аэро- и космическим снимкам. При этом положение ключевого участка выбирается в таком месте, где ярче проявляются те или иные свойства ландшафта. С использованием аэроснимков выделяются площади, на которых происходят различные изменения — естественные и обусловленные хозяйственной деятельностью человека. Определяются количественные характеристики этих изменений и — что очень важно — дешифровочные признаки отдельных видов экзогенных процессов и их ландшафтов-индикаторов.

Например, в альпинотипных гольцах Кодара наибольшую площадь занимают скалистые сильно расчлененные крутые склоны долин. В узких троговых долинах распространены группы фаций конусов и шлейфов осыпей, ледников и современных морен, альпинотипных приречных лужаек, кустарничково-лишайниковых на моренных отложениях, а также озерно-речные группы фаций с наледями и наледными полянами. Большинство выделенных на снимке контуров имеет вытянутую форму и ориентированы вдоль долин. Линейное размещение кустарниковой растительности на конусах свидетельствует об интенсивной лавинной и селевой деятельности. Щебнисто-глыбовые осыпи непрерывным шлейфом окаймляют скальные поверхности. Кустарники, на склонах преимущественно кедровый стланник, в пойме рек — ива, ольха и березка сменяются (вверх по долине) кустарничковыми сообществами (голубика, каспиопея, шикша) с разреженным травяно-лишайниковым покровом. Степень выраженности границ выделов достаточно высокая.

Гольцово-курумовые и гольцово-задернованные ландшафты центральной части хр. Удокан характеризуются широким распространением курумов, гольцовых террас, кустарничково-лишайниковых и травянисто-кустарничковых геосистем с проявлениями солифлюкции. Контуры более дробные, по форме часто округлые. На слабонаклонных междуречных пространствах смена растительности, увлажнения происходит не столь резко, как в альпинотипных гольцах, что еще раз подтверждает тезис о главенствующей роли рельефа в дифференциации гольцовых геосистем.

В связи с открытием на этой территории месторождений полезных ископаемых следует ожидать интенсивного вмешательства человека в естественные природные процессы. Карьеры, дороги, населенные пункты возникнут в гольцах, что приведет к изменению хода природных процессов. При взрывных работах и подрезке нижней части курумов, прокладке дорог, возможно, активизируется движение курумов. Изменение условий теплообмена поверхности грунтов, связанное со строительством и эксплуатацией сооружений, приведет к деградации многолетнемерзлых горных пород, вытаиванию подземных льдов и — как следствие этого — просадке грунтов. Необходимы будут мероприятия по защите возводимых сооружений от лавинно-селевой и наледной опасности.

Таким образом, на территории Удоканского промузла, занятой в основном гольцами, в динамике природных процессов главную роль играют не растительность и почвы, как в таежных и степных ландшафтах, а рельеф, климат и экзогенные процессы.

В связи с этим на ключевых участках по аэроснимкам проведен анализ пространственного размещения выделов, их площадного соотношения, связей друг с другом, дробности выделения контуров, степени влияния ландшафтообразующих процессов, их динамического состояния. В дальнейшем по ландшафтам-аналогам эти свойства геосистем экстраполируются на смежные территории.

Одним из основных принципов дешифрирования космических снимков является последовательное масштабное приближение, которое осуществляется за счет анализа фотонизображений все более крупного масштаба [Садов, Ревзон, 1979].

На снимках мелкого масштаба с присущими им обзорностью и оптико-механической генерализацией (фото 3) выявляется поднятие Кодарского хребта с характерным дендровидным рисунком экзарационно-эрозийного расчленения и пронизывающими хребет троговыми долинами, а также Чарская котловина с ровным фототонем плоского заболоченного дна и локально размещенных точечных скоплений озерных комплексов на древних моренах. Более ровные по фототону и структуре гольцы Удокана, Калара, Бурпалы и Янкана на снимках такого масштаба менее различимы.

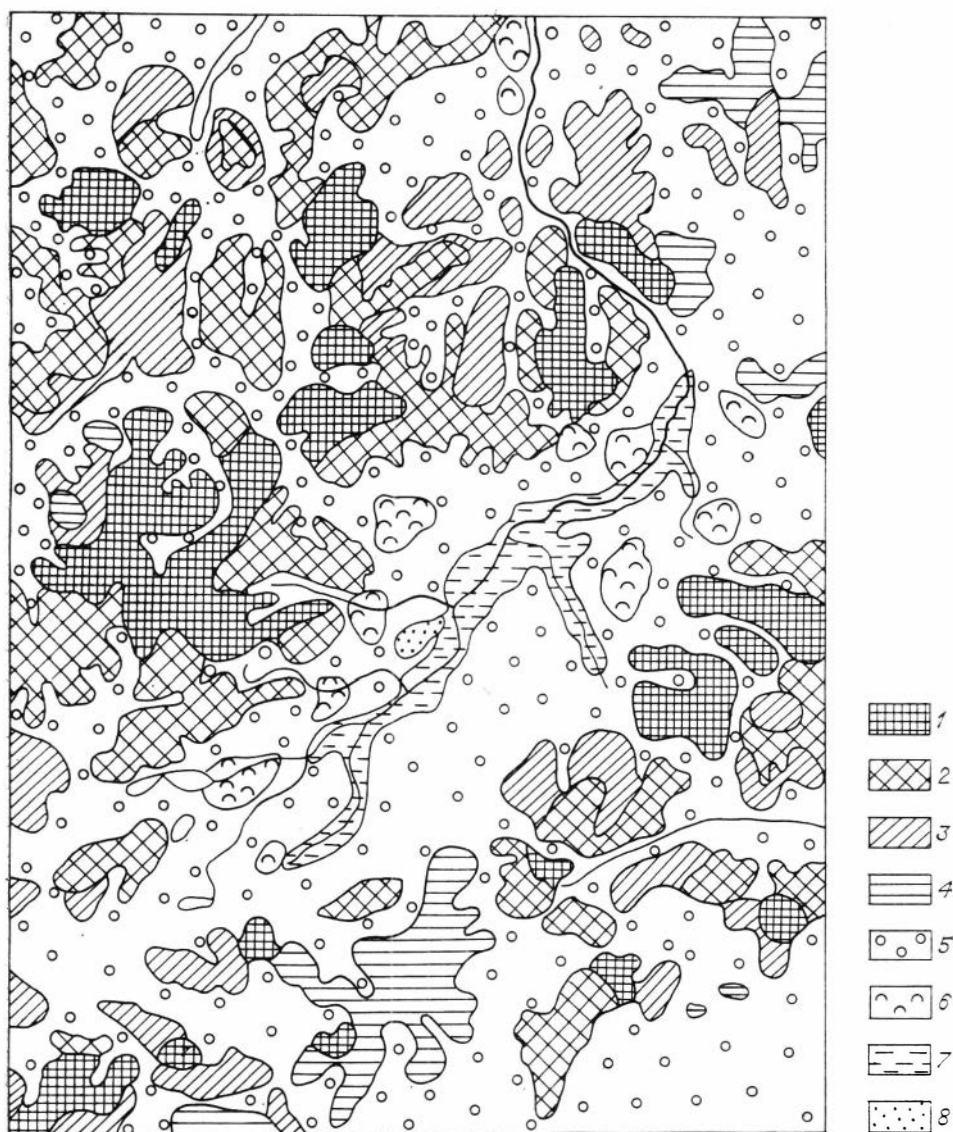


Рис. 9. Схема дешифрирования космического снимка м-ба 1 : 1 000 000.
1—4 — гольцы: 1 — альпинотипные, 2 — субальпинотипные, 3 — курумные, 4 — задернованные; 5 — горная тайга; 6 — древние морены; 7 — мари; 8 — пески.

Среднемасштабные космические снимки (регионального уровня генерализации) характеризуются более высокой информативностью (рис. 9). В горных районах изучаемой территории выделяются разные типы гольцовых ландшафтов. Структура фотонизображения альпинотипных и субальпинотипных гольцов неправильно полигональная, мозаичная. Но первые из них имеют более резкие контуры за счет частого чередования светлого и темного тонов, т. е. за счет большей их расчлененности. На фоне этих гольцов можно выделить участки с более плотными очертаниями и переходами тонов от светло-серого до темно-серого — гольцово-курумные ландшафты. Структура их фотонизображения гладкая разнотонная. Гольцово-здернованные участки имеют более темный фототон, полосчатую структуру. Полосы прямые или изогнутые, образуют сложноветвистый рисунок.

Узкие троговые долины, пронизывающие хребты Кодар и Удокан и имеющие мелкозернистую или однородную структуру с темно-серым фототонем, представляют собой горно-таежные ландшафты. Кроме того, горная тайга распространена в межгорных котловинах. Черные точечные скопления озер при выходе долин в котловину подчеркивают конечно-моренные образования. По днищу котловины выделяются мари серого тона. В поймах некоторых рек различаются густая древесная растительность и участки формирования наледей и наледных полей. Ровный светло-серый, почти белый, фототон имеют участки развеваемых песков.

Среднемасштабные космические снимки обеспечивают обзор территории в несколько тысяч квадратных километров при высокой разрешающей способности. На таких снимках выделяются различные типы ландшафтов, которые явились основой картографирования экзогенных процессов по их фотоструктурам.

1. Структура фотонизображения высокогорного альпинотипного участка хр. Кодар мозаичная, создана близко расположенными карами и верховьями троговых долин. Склоны имеют линейно-полосчатую структуру, сформированную эрозионными ложбинами. Уверенно дешифрируется граница между горной тайгой и гольцами. В днищах каров часты темные пятна высокогорных озер. По летним снимкам отчетливо различаются ледники, морены и перелетывающие снежники. Водоразделы узкие, представляют собой ломаную линию.

2. Структура фотонизображения субальпинотипных гольцов на космических снимках, так же как и альпинотипных, мозаичная, но по расположению ветвисто-веерообразная. Здесь чередование светлых и темных тонов на склонах реже, чем в альпинотипных гольцах. Водораздельные гребни имеют более плавные очертания. Темный тон по днищам долин и на пологих склонах создается кустарниковой растительностью. Значительны по площади наледные поляны с белыми пятнами наледей. Расчлененность таких гольцов меньше, чем альпинотипных, появляются участки ровного светло-серого тона — лавинно-курумовые и курумовые склоны. Отличительной особенностью субальпинотипных гольцов является наличие параллельных или веерообразно расположенных конусовидных лавино-сборных бассейнов. Светлые острые окончания конусов — это все подновляющиеся и тем самым не позволяющие зарастать растительностью рыхлые отложения. Если в альпинотипных гольцах обвально-осыпные процессы создают почти сплошные шлейфы рыхлых отложений, то в субальпинотипных преобладающие лавинные и селевые процессы формируют системы конусов выноса обломочных отложений.

3. Гольцово-курумовые геосистемы представляют главным образом два их типа — курумовые, слаборасчлененные пологосклоновые и вершинные участки невысоких хребтов Янкана, Бурпалы, некоторых районов Удокана и Калара и слаборасчлененные сухие, плоскощепнисто-глыбовые участки базальтового плато Удокана.

Первые характеризуются светло-серым фототонем и овальной формой (фото 4). Очертания плавные, неоднородность фотоструктуры создается линейными формами более темных тонов древесной и кустарниковой растительности по долинам рек и их притоков. Вторым свойством ровный светло-серый фототон плоских щепнисто-глыбовых поверхностей, иногда осложненных темными линиями нагорных террас. По краям этих плоских поверхностей отчетливо прослеживается уступ крутых склонов долин. В таких гольцах склоны в основном покрыты курумами и только по днищам долин отмечаются заросли кустарников.

4. Гольцы, покрытые травяно-кустарниковой и кустарниковой растительностью, имеют более темный фототон по сравнению с курумовыми гольцами. Плоским переувлажненным участкам свойственна линейно-полосчатая структура, а склонам, подверженным солифлюкционным процессам, — концентрическая, овальная (фото 5). Для гольцов с преобла-

дающей кустарниковой растительностью характерна пятнистая и точечная структура. Кустарники, как правило, тесно связаны с горной тайгой и подчас границу между ними различить трудно, но в общем древесная растительность отображается более темным фототонном и зернистой структурой.

5. Выровненные вершинные лиственничные поверхности, преимущественно редколесные, встречаются в низкогорьях до высот 1500—1700 м. Как правило, кустарниковый ярус в них представлен ерниками, а на почве развиты лишайники: алектории, кладонии, цетрарии. Структура изображения их на космических снимках пятнистая. Светло-серые округлой формы редколесные вершинные поверхности отделяются более густо заросшими (и поэтому более темными пятнами на снимках) древними гольцовыми террасами и верховьями рек. Действуют десерпция и эрозионные процессы.

6. Горно-таежные крутосклоновые лиственничные ландшафты распространены по троговым долинам хребтов Кодар и Удокан.

Сплошной ровный фототон имеют лиственничники с подлеском из кедрового стланика, а узкополосчатый характерен для лиственничников и берез с ивой и ольхой по руслам временных водотоков. Склоны трогов пронизаны светлыми линиями селей и лавинными прочесами. По дну долины в русле водотока часто формируются наледи и наледные поляны. Кроме эрозионных процессов действуют десерпция, сели, лавины.

7. Горно-таежные пологосклоновые ландшафты характерны для крупных троговых долин. Склоны крутизной 10—15° покрыты редкостойными лиственничниками со смешанным подлеском. По днищам долин формируются наледные поляны, нередко здесь развивается пойменный комплекс из более влаголюбивой древесной растительности — тополя, березы, ели. На снимках первые характеризуются светлыми расширениями русел рек, вторые — темными узкими полосами вдоль русел. Наблюдаются речная эрозия, десерпция, плоскостной сыв.

8. Моренные комплексы представляют собой компактные овальной формы приподнятые над днищем котловины участки с частыми вкраплениями озер. Озера небольших размеров, округлые или слегка вытянутые. Густо заросшая (поэтому более темная) морена довольно отчетливо отделяется на снимках от ровных слабодренлируемых редколесных участков днища котловины. Как правило, морену пронизывает водоток. При выходе в котловину по основной морене формируются наледи и наледные поляны. Холмисто-западинный рельеф конечной морены с озерами создает сложную пятнистую структуру. Из экзогенных процессов преобладают термокарст, наледообразование, пучение грунтов, речная эрозия, подповерхностный сыв мелкозема.

9. Подгорные аккумулятивные геосистемы включают в себя конусы выноса и делювиально-коллювиальные шлейфы, поросшие лиственничным лесом с ольхово-ерниковым подлеском. Они имеют темный тон и полосчатую структуру. Постоянные водотоки формируют на конусах расширенные многорукавные русла белого тона. По ним возможно прохождение селей. Основной привнос рыхлого материала осуществляется по постоянным и временным водотокам. Во время частых землетрясений материал поступает на подгорные конусы и шлейфы, находящиеся в зоне активных разломов земной коры. Кроме перечисленных экзогенных процессов имеют место десерпция, мелкоструйчатый сыв, речная эрозия.

10. Подтаежные на задровых песках ландшафты характеризуются пологонаклонным равнинным рельефом, преимущественно сосновыми с лиственницей лесами, относительно сухими грунтами и глубоко залегающей мерзлотой. Своеобразными комплексами являются незакрепленные лесной растительностью остепненные урочища Чарские пески, малые пески, пески Чкаловских озер и др. На песчаных массивах развиты эоловые процессы, в местах выхода грунтовых вод формируются наледи, бугры пучения.

11. Все разнообразие таежно-котловинных геосистем, различающихся главным образом кустарниковым и напочвенным ярусами, мы объединили в две группы: лиственничные днища котловин с сосной с подлеском из рододендрона даурского и бруснично-разнотравным напочвенным покровом и лиственничные днища котловин багульниково-голубично-моховые. Первые имеют на снимках светло-серый фототон и мелкозернистую ровную структуру на сухих хорошо дренируемых участках и когисто-полосчатую структуру межложбинных грив; вторые — более темные по тону, с мелкоструйчатой, перистой структурой изображения и размытыми границами — создают на снимках основу, фон для выделения более «фотогеничных» геосистем. Здесь развиты эрозионные процессы, пучение, наледообразование.

12. Лиственничные днища котловин ерниковые, выделяются на снимках по светло-серому и серому тону. Редколесья (более светлый фототон) в сочетании с довольно густыми лиственнично-березовыми лесами определяют рисунок, близкий к струйчатому. Заболоченные лиственнично-ерниковые днища, расположенные вдоль рек в плоских понижениях, имеют почти черный фототон и гладкую структуру. Из экзогенных процессов преобладает комплекс мерзлотных процессов: пучение, термокарст, термоэрозия (фото 6), мерзлотная сортировка грунтов с формированием полигонов, сортированных полос, пятен-медальонов. Широко распространены туфуры, булгуняхи, наледные поляны.

13. Долинные маревые геосистемы дешифрируются по мозаичной или среднепятнистой структуре. Безлесность маревых площадей определяет светлые тона изображений: участки, занятые лугами, имеют светло-серый, почти белый фототон. Древесная растительность, распространенная вдоль водотоков, выявляется по гладкой структуре, размытым границам, серому и темно-серому тону. На снимках хорошо распознаются старичные озера — черные однотонные пятна серповидной или округлой формы. Значительная увлажненность, плоский рельеф и неглубоко залегающая мерзлота определяют ход процессов, связанных с водой и мерзлотой.

Г Л А В А 3

ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБАЙКАЛЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Хозяйственное освоение территории Прибайкалья сопровождается интенсивным воздействием на почвенный покров (ПП). Эффективность его изучения как природного ресурса повышается с использованием разномасштабных аэрокосмических материалов.

Недостаточно оценено состояние ПП и в районах длительного земледельческого освоения. Новые материалы по истории развития природы свидетельствуют о сложной эволюции ПП, его полигенетичности, ярко выраженной комплексности. Наиболее успешно эти особенности выявляются при проведении наземных и аэровизуальных исследований с привлечением аэроснимков, необходимых также для качественной оценки состояния нарушенности, разработки мероприятий, направленных на повышение почвенного плодородия.

Были проанализированы составленные ранее мелкомасштабные карты и схемы районирования [Атлас Забайкалья, 1967; Кузьмин, 1980]. Установлено, что применение снимков повышает объективность картографирования, обоснованность выделения контуров. Интерпретация снимков

способствует более глубокому пониманию экологии почв, поскольку отображенные на них компоненты или природные комплексы — суть отдельные факторы почвообразования или их совокупность.

Ландшафтно-индикационное дешифрирование снимков разных масштабов приводит к осознанию необходимости унификации или сближения единиц почвенного и ландшафтного картографирования и районирования, соблюдения иерархии пространственных единиц. Применение снимков возможно для выявления разных уровней территориальной организации ПП в зависимости от степени интеграции природных комплексов (от элементарных почвенных ареалов до округов, провинций и других крупных единиц районирования). Ландшафтная индикация, основанная на существовании внутриландшафтных связей, позволяет дешифрировать ПП как деципиентный (на территории, занятой растительностью) компонент природной среды.

Применение снимков заставляет корректнее, более аргументированно подходить к вопросу о границах. Подтверждается необходимость проводить на карте границы разного характера — резкие или постепенные — в зависимости от дискретности или континуальности смены ПП. На снимках отражаются результаты антропогенного воздействия на ПП, в том числе негативные, что учитывается при картографировании и районировании, организации мониторинга и разработке мер по рациональному использованию ПП. Для выделения контуров пахотных почв желательно применять самостоятельные границы, подчеркивающие их трансформацию в результате деятельности человека.

В серии тематических карт на Северобайкальский и Чарский полигоны подготовлена почвенная карта. Применение космических снимков позволило отразить ПП в связи с индичированными на них природно-территориальными комплексами или отдельными компонентами ландшафта. Различия в рисунке, фототоне или цвете, структуре фотонизображения в большой степени определяется сменой растительности в связи с изменением почв, их физических, химических и гидротермических показателей на разных элементах рельефа. Исходя из этого, решалась задача выявления зависимости между почвами и компонентами природных комплексов в натуре и их дешифровочными признаками на снимках. Там, где различия в почвах определяются особенностями материнских пород и рельефа, не отраженными на снимках, для проведения границ почвенных контуров привлекались другие материалы. При натурных исследованиях был выявлен состав компонентов ПП, а снимки позволили установить границы контуров.

Методика составления мелкомасштабной карты с использованием космических снимков включает камеральные и полевые исследования [Андроников, 1979; Зонн и др., 1980]. На первом этапе (предполевым камеральным) изучались литературные и картографические материалы, на втором проводились полевые исследования. Методика их была традиционной для картирования в мелком масштабе: совмещение маршрутного и ключевого методов, сопровождающееся заложением почвенных разрезов при смене природных условий. При этом постоянно использовались космические снимки и топографические карты. Результаты предварительного дешифрирования сопоставлялись с фактическим состоянием ПП, выявлялся состав его компонентов в контурах, выделенных на снимках. Уточнялись границы ареалов, анализировались причины, обуславливающие различия рисунка, тона или структуры на снимках. Выявлялась связь ПП с компонентами природных комплексов. В одних случаях определяющими индикаторами были геоботанические, хотя по отношению к растительности, несмотря на ее кажущуюся физиономичность, использовалась, по существу, косвенная информация, поскольку при низкой разрешающей способности снимков растения, как таковые, на них не отображаются. В других случаях ведущая роль принадлежит рельефу. Нередко изобра-

жение на снимке представляет синтез ряда компонентов, т. е. факторную генерализацию (по Б. В. Виноградову [1976]).

На снимках достаточно четко выявляются изменения, связанные с деятельностью человека. К ним относятся распахка земель, лесоразработки, лесные пожары. Выявляются площади дефлированных почв, увеличивающиеся в связи с распахиванием. Учет антропогенной деятельности на снимках позволяет достовернее прогнозировать возможное изменение ландшафтов, в частности ПП.

Третий (камеральный) этап включал послеполевое дешифрирование снимков, доработку легенды, оформление карты, составление сопроводительного текста.

Высотная поясность в горах показана в соответствии с растительными поясами, выделенными на основе дешифрирования снимков на карте растительности. Изображение на снимках позволяет различать гольцовый, подгольцовый, горно-таежный, подгорно-котловинный пояса, интразональные степи, луга и болота. Гольцовый пояс, располагающийся в пределах альпинотипного рельефа, на июньских снимках частично закрыт снегом. От снега свободны крутые склоны каров, преимущественно южной экспозиции. Они выделяются перистым рисунком овальной конфигурации. Цвет их на синтезированных снимках сиреневый. Июньские снимки достаточно информативны для дешифрирования рельефа высокогорий, поскольку частичная заснеженность более четко подчеркивает его формы. Однако различия в растительном покрове на этих снимках затухают. Они более отчетливы в осенний период, когда изменившийся цвет листвы кустарников служит ярким индикационным признаком.

Отступление от карты растительности при выделении контуров сделано там, где определяющая роль в формировании почв принадлежит материнским породам. Различные выделы тундр генерализованы в два почвенных контура: один — на кислых изверженных породах, другой — на карбонатных. Контур, соответствующий подгольцовому поясу, протяженностью по высоте 100—300 м, занимает склоны разной экспозиции и крутизны. Границы пояса постепенны, расплывчаты ввиду его промежуточного положения между гольцами и лесом. Они более ясны на перегибах склонов. На снимках пояс выделяется перистым рисунком на крутых склонах и угловатым на склонах меньшей крутизны. Для него характерен сиреневый цвет, более бледный в редколесьях. По составу горных пород подгольцовый пояс разделяется на два почвенных контура.

Неодинаковая степень расчлененности склонов, занимаемых горной тайгой, отражается в рисунке фотоизображения. Характерен бирюзовый цвет разной степени интенсивности в зависимости от крутизны склона, характера древесной растительности и освещенности. По геологическим материалам нанесены контуры почв на основных и карбонатных породах. На продуктах выветривания кислых метаморфических и изверженных пород единство почвенных и растительных контуров в этом поясе соблюдается там, где растительность существенно различна по отношению к почвообразованию. Например, наличие травяных и остепненных сосновых или лиственных лесов определяет формирование слабокислых почв с дерновым горизонтом и слабо дифференцированным профилем. Под моховыми темнохвойными лесами образуются кислые грубогумусовые часто с дифференцированным профилем почвы.

Влияние экспозиции отражено показом в нижних частях склонов к речным долинам, обращенным на север, почв с мерзлотой, оторфованьем, оподзоливанием.

Для Предбайкальской впадины характерно широкое распространение отложений, связанных с ледниковой деятельностью. Они с разной степенью четкости читаются на снимках. В границах холмистых моренных равнин и территорий с флювиогляциальными отложениями оконтурива-

ются самостоятельные почвенные выделы, различающиеся как по сочетанию почв, так и по характеру почвообразующих пород.

На осадочных карбонатных отложениях Предбайкальской впадины не выявлено связи почв с изображением на снимках и с растительным покровом, который, во-первых, как фактор почвообразования здесь достаточно однороден, во-вторых, частая нарушенность лесов пожарами осложняет возможность восстановления на снимке коренной растительности. Основой для выделения почвенных контуров послужили различия в рельефе, отраженные на топографических картах, а содержание их экстраполировано на основании материалов, полученных в других районах, сходных по природным условиям.

Для подгорных шлейфов, дельт крупных рек, ясно отграниченных от склонов с коренными породами, характерны веерообразные конусы выноса. В их пределах выделены самостоятельные почвенные контуры, не всегда совпадающие с контурами растительности, но оказывающиеся в одних границах с выделами на карте экзогенных процессов.

Светлый тон на черно-белых снимках и светло-сиреневый на синтезированных характерен для степей, встречающихся на южных склонах хребтов и на выположенных конусах выноса в Баргузинской котловине. Остепненные конусы выноса в отличие от залесенных характеризуются сетью проток, вдоль которых протягиваются полосы темного тона с древесной растительностью. Залесенные же конусы выноса прорезаны руслами временных водотоков, дающих на снимках светлые полосы. Эти различия в рисунке и фототоне сходных по генезису элементов рельефа связаны с неодинаковым характером увлажнения. На них формируются разные почвы, отражающие стадии развития рельефа.

С луговой растительностью речных долин, выделяющихся продолговатыми светлыми контурами среди лесных массивов, связаны луговые и аллювиальные почвы. Их дешифровочным признаком служит и положение в ландшафте.

Более светлый тон с пятнистым и полосчатым рисунком и темными пятнами озер характерен для заболоченных участков среди леса, на которых развиваются различные болотные почвы с близко залегающей многолетней мерзлотой.

По рисунку и фототону в поймах выделяются различные комбинации аллювиальных почв. Выявляется определенная зависимость между дешифровочными признаками на снимках, характером растительности, глубиной протаивания и почвами.

На снимках выявляются территории, где спонтанное почвообразование под лесами нарушается в результате антропогенной деятельности (лесоразработки, пожары). Учет их позволяет прогнозировать направленность изменения ПП. На участках, прилегающих к обширным пахотным массивам, коренные леса сильно изменены. Здесь преобладают их восстановительные серии, что отражено в смене цвета на снимке. С использованием этих признаков возможно выделение разных стадий антропогенной нарушенности почвенно-растительного покрова.

Масштабный ряд снимков использован при выполнении почвенного районирования, выявлении различных уровней организации ПП. На снимках масштаба 1 : 10 000 000, полученных с ИСЗ «Метеор», четко прослеживается рубеж между пониженной выровненной юго-восточной окраиной Среднесибирского плоскогорья и Саяно-Байкальским становым нагорьем (фото 7). Только одна ориентированность границ параллельно господствующим горным системам несет существенную информацию об особенностях природы этой территории. Ведь на равнинах европейской части СССР и Западной Сибири в пределах такого же широтного отрезка, что и на приведенном снимке (между 50 и 60° с. ш.), происходит смена нескольких природных зон с юга на север (от степной до таежной), отражающаяся на снимках.

Среди ландшафтных единиц этому масштабу соответствует либо провинция [Виноградов, 1981], либо географическая зона [Толчельников, 1982]. Такие расхождения можно объяснить отсутствием общепринятой классификации ландшафтно-топологических единиц и согласованного масштаба их выделения.

На основании особенностей ПП в пределах Иркутского амфитеатра мы выделяем равнинно-плоскогорную, а в горах Восточного Саяна и Прибайкалья — котловинно-горные провинции [Кузьмин, 1980]. Граница между провинциями по-разному фиксируется на снимках в зависимости от времени съемки. На снимках со снежным покровом (см. фото 7) горы с гольцами отчленяются от залесенного плоскогорья по светлому тону и дендритовому рисунку, а на летних — по своеобразию фотоструктур, отражающих коренное различие природных комплексов.

Особенности орографии окраинной части Сибирской платформы и Байкальской складчатой области, обусловленные неотектоническими движениями, определяют основные отличия в их природе. Кроме различий, связанных с влиянием высоты и экспозиции склонов, важную роль в формировании почв играют литолого-геохимические особенности кор выветривания. На плато они представлены суглинисто-глинистыми дериватами осадочных пород, а в горах — обломочным и щебнистым почвоэлювием плотных пород.

Реально существующий и четко фиксирующийся на снимках рубеж, проходящий на многих схемах природного и отраслевого районирования по тектоническому уступу Аkitканского и Байкальского хребтов к Предбайкальскому прогибу, не всегда учитывается. Так, в «Почвенно-географическом районировании СССР» [1962] к Прибайкальской горной провинции отнесена прилегающая с запада часть Среднесибирского плоскогорья — наиболее приподнятое Лено-Ангарское плато. Западная граница провинции, проведенная по западной окраине плато, на снимках отчетливо не прослеживается. Имеется больше оснований показать здесь рубеж другого порядка с использованием сведений о природных условиях, компоненты которых менее фотогеничны.

При выделении природных рубежей на юге Восточной Сибири географы [Сочава и др., 1963] также отнесли Лено-Ангарское плато к горно-таежной Байкало-Джугджурской области. Основанием для этого служило проявление на плато высотной поясности, свойственной горным территориям. Однако прослеживается она в редуцированном виде (без гольцового пояса).

На рассматриваемом снимке намечаются контуры округов — другого уровня организации ПП. Под округом понимается территория, характеризующаяся определенным генетическим типом рельефа, обуславливающим определенное сочетание почвообразующих пород и почв. С позиций структурного подхода [Фридланд, 1977] округ представляет собой политипную макроструктуру с набором определенных родов почв и единых почвенных мезо- и микрокомбинаций. Округа более четко выражены на снимках масштаба 1 : 2 500 000 [Фридланд и др., 1980].

Для этого уровня генерализации, как и предыдущего, нет согласованной ландшафтной единицы. Одни исследователи [Виноградов, 1981] масштаб картографического представления, равный 1 : 3 000 000, относят к району, другие [Толчельников, 1982] — к провинции, подзоне.

На картах почвенно-географического и физико-географического районирования Забайкалья [Атлас Забайкалья, 1967] наиболее дробная из выделенных единиц представлена округом. Природных округов значительно больше, чем почвенных. Используя космические снимки, крупные почвенные округа можно расчленить на более мелкие. В пределах Станового нагорья могут быть выделены почвенные округа, соответствующие высокогорно-гольцовым и гольцово-горно-таежным природным округам. Границы их достаточно отчетливы на зимних снимках [Выркин, 1978а, б].

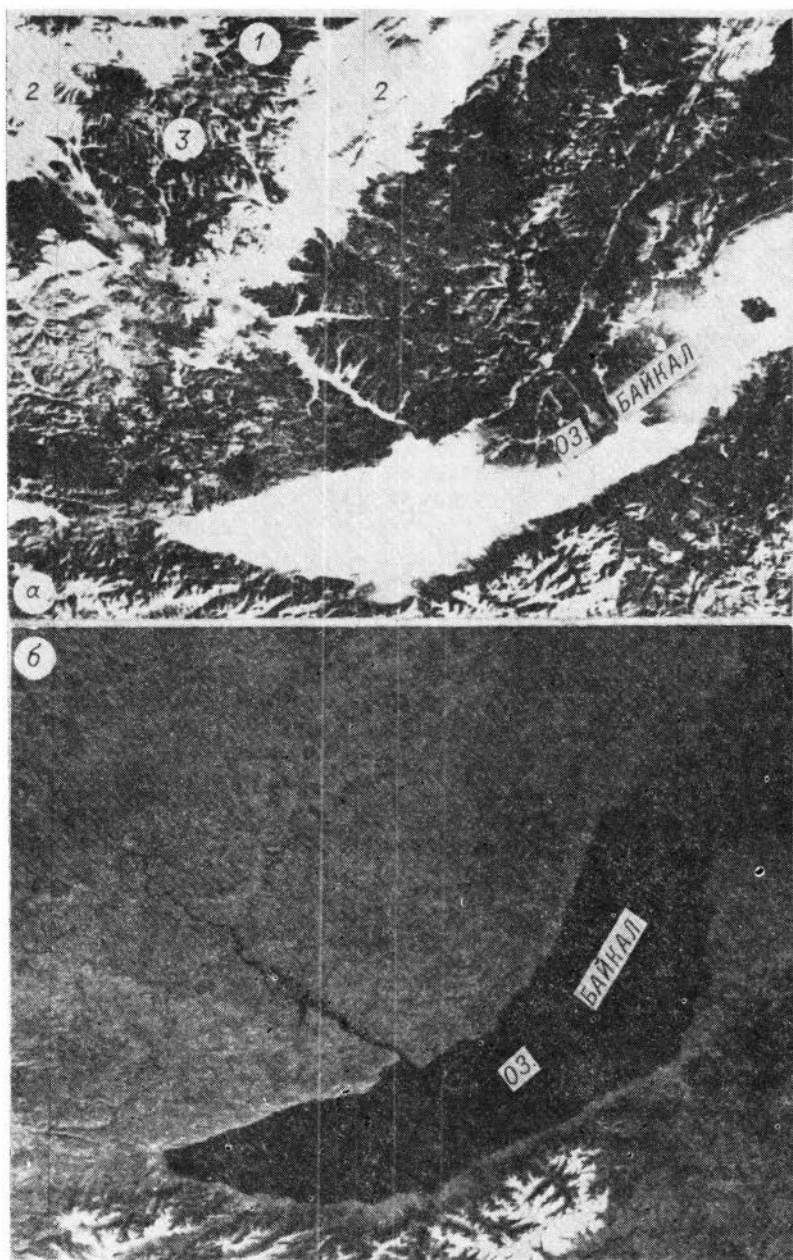


Рис. 10. Фрагменты снимков м-ба 1 : 2 500 000, полученных с ИСЗ «Метеор» в диапазоне длин волн 0,7—1,4 мкм.

а — съемка 20.02.80 г.; дешифрируются ареалы плоскогорья (1), подгорной равнины, освоенные сельским хозяйством (2) и залесенные (3); б — съемка 24.09.80 г.; контуры полей — дополнительный дешифровочный признак для выделения округа.

Уровень округов в ранге макрогеохоры рассматривается как наименьшая региональная категория [Сочава, 1978]. Ему одновременно подчинены все подразделения топологической размерности. Понятие о макрогеохоре связывается с термином «ландшафт». Пространственно они совпадают, хотя эта точка зрения разделяется не всеми исследователями. Макрогеохоре (округу, ландшафту) принадлежит организующая роль по отношению к геосистемам низких уровней.

Параллельно краю горных сооружений в Предаянье, южной части Предбайкальской впадины в Приольхонье выделяются ареалы освоенных

сельским хозяйством земель, дешифрируемые по светлому тону (рис. 10, а). На зимнем снимке различие между равнинным контуром, территория которого интенсивно освоена под пашню (в южной части Предбайкальской впадины), и низкоргорным (в Приольхонье и на о. Ольхон) не выявляется. Дополнительную информацию можно получить с летнего снимка (см. рис. 10, б). На нем отчетливо прослеживается граница между равниной и южной окраиной плоскогорья по смене разреженно-древовидного рисунка густодревовидным. Другой дешифровочный признак — контуры полей, очертания которых в этом масштабе не прямоугольные, а сглаженные благодаря высокой оптической генерализации. Следовательно, антропогенная деятельность может рассматриваться как важный индикационный признак. Тем не менее измененные человеком сельскохозяйственные ландшафты на картах обычно не отражались или показывались как ареалы пашен на фоне восстановленных ландшафтов, хотя совершенно очевидны те радикальные изменения, которые они претерпели после распахи-вания.

В последние годы разрабатываются классификации антропогенных модификаций ландшафтов [Мильков, 1973]. Хозяйственная деятельность человека рассматривается как важный природно-трансформирующий аспект. Появление космических снимков определило возможность и необходимость применения их для идентификации антропогенных образований и типов использования земель [Виноградов, 1978, 1981]. Разработана методика дистанционного мониторинга антропогенных экосистем с выделением шести секций, объединяющих 22 класса морфоструктур экосистем. Сельскохозяйственные (полевые) экосистемы в ней отнесены к секции трансформированных, а пастбищные — к секции полуприродных.

Создана классификация антропогенных модификаций природных ландшафтов, распознаваемых на мелко- и среднемасштабных космических снимках [Глушко, 1983]. Она объединяет девять типов использования земель. Каждый из них характеризуется своим набором дешифровочных признаков.

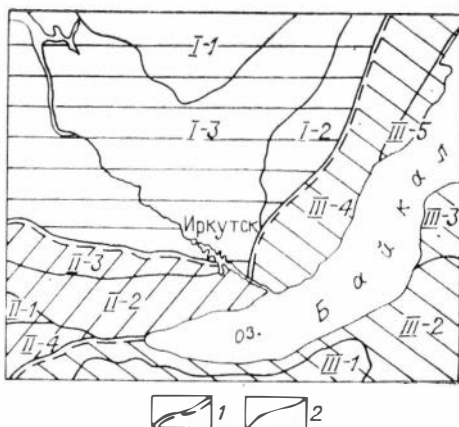
В серии карт, создаваемых в Госцентре «Природа» или при его участии [Скатерщиков и др., 1982], центральное место занимают карты использования земель. К ним примыкают карты антропогенной измененности природно-территориальных комплексов, на которых воздействия человека классифицируются либо по характеру факторов, либо по генезису. Антропогенные воздействия на природную среду, как и ее ответная реакция, крайне разнообразны. Поэтому при отборе и применении индикаторов исследователи испытывают существенные затруднения.

Основанием для выделения полевого ландшафта на рассматриваемой нами территории служит коренная трансформация двух важных компонентов — растительности и почв. При распахивании земель сообщества многолетних древесных или травянистых растений сменяются преимущественно однолетними, функционирование которых меньше зависит от зональной принадлежности и в определенной степени регулируется человеком.

Пахотные земли также принципиально отличаются от целинных, в частности, по биологическому круговороту веществ, характеру поступления и преобразования растительных остатков. В пахотных почвах меняется состав гумуса — показателя, отражающего взаимодействие органических и минеральных составляющих, ухудшается структура, преобразуются численность, групповой состав микроорганизмов, ферментативная активность, во много раз возрастает проявление процессов эрозии и дефляции. При сведении леса и распахивании почв существенно меняются (в сторону ксерофитизации) гидрологический и тепловой режимы. Следовательно, изменения в антропогенно преобразованных ландшафтах по сравнению с естественными касаются не их отдельных компонентов, а комплекса в целом.

Рис. 11. Схема почвенно-географического районирования Южного Прибайкалья.

Равнинно-плоскогорная провинция, округа: I-1 — Лено-Ангарского плато, I-2 — высокой слаборасчлененной части Предбайкальской впадины, I-3 — Иркутско-Черемховской равнины и южной части Предбайкальской впадины; Восточно-Саянская котловинно-горная провинция, округа: II-1 — высокогорный, II-2 — средне- и низкогорный, II-3 — предгорный, II-4 — Тункинский котловинный; горно-котловинная провинция Прибайкалья и Станового нагорья, округа: III-1 — Хамардабанский высокогорный, III-2 — Хамардабанский низко- и среднегорный, III-3 — Нижнеселенгинский котловинный, III-4 — средне- и низкогорный Приморский, III-5 — низкогорный о. Ольхон и Приольхонья. 1 — границы провинций, 2 — округов.



На схеме почвенно-географического районирования (рис. 11), составленной с использованием приведенных снимков и снимков более крупного масштаба, показаны провинции и округа. Последние выделяются в границах плоскогорья, равнин, высоких, средних, низких гор и котловин.

Выделение в Приольхонье самостоятельного ареала в ранге почвенного округа определяется тектоникой, рельефом и составом пород. Индицирование его на космических снимках связано с наличием сухих степей на каштановых почвах. Следовательно, своеобразие было предопределено историческим развитием и местоположением, обуславливающим засушливость климата.

Единство Иркутско-Черемховской равнины и южной части Предбайкальской впадины в качестве почвенного округа определяется сравнительной выровненностью рельефа. Это обстоятельство в сочетании с относительно благоприятным климатом, суглинисто-глинистыми материнскими породами и почвами, пригодными для производства районированных культур, обеспечило высокую сельскохозяйственную освоенность территории. По этим параметрам округ существенно отличается от прилегающих окраинных участков плоскогорья, Ойотской возвышенности и Восточного Саяна. Контуры полей на снимках свидетельствуют о том, что главная форма антропогенного воздействия здесь пахота, а ландшафт можно рассматривать как трансформированный.

В этом же масштабе на снимках горные округа отчленяются от котловинных (в пределах Тункинской котловины, Восточного Саяна, хр. Хамар-Дабан, в низовьях р. Селенги). В формировании почвенного покрова округов в горах существенна роль экспозиции макросклонов, абсолютной высоты и крутизны.

Границы между почвенными округами на плоскогорье, устанавливаемые нами по геоморфолого-литологическим признакам, обуславливающим определенные различия в сочетании почв [Кузьмин, 1980], на снимках достоверно не выявляются. Они менее резки, морфоструктуры, положенные в основу выделения контуров, нефотогеничны.

В указанных масштабах индицируются контуры, соответствующие крупным фотогеничным морфоструктурам. Поскольку снимки обладают невысоким разрешением, на них не вскрывается внутренняя структура ландшафта, и использование их для выявления компонентов, состава ПП и взаимосвязей почв затруднено. Они более пригодны для выявления контуров округов.

Значительно выше информативность снимков масштаба 1 : 1 000 000, в котором на приподнятых картах выделяются единицы ранга ландшафт. На почвенных картах существенное значение приобретают монотипные макроструктуры (районы) при значительном распространении мезострук-

тур [Фридланд и др., 1980]. В горах районы соответствуют спектрам высотной поясности. Формирование структур ПП связано здесь с разной степенью проявления гравитационных, криогенных и других денудационно-аккумулятивных процессов.

Различия между районами с преобладанием пахотных дерново-карбонатных и черноземных почв на снимках не выявляются. Во-первых, это связано со сходством спектральной отражательной способности почв, во-вторых, согласуется с представлениями В. М. Фридланда [1977] о возможном отсутствии района или округа в общей иерархии почвенного покрова.

Увлажнение, эоловые и эрозионные процессы относятся к числу пространственных факторов дифференциации и дестабилизации ПП подгорных ландшафтов. Вскрыть внутреннюю структуру почвенных комбинаций этого уровня, компоненты, их состав и взаимосвязи можно по снимкам с большим разрешением. Этому требованию удовлетворяют крупномасштабные космические снимки. По ним устанавливается внутреннее строение почвенного района, отчленяются ландшафтные местности, почвенные микро- и мезокомбинации и даже элементарные почвенные ареалы. Например, по однородному серому тону на выровненных поверхностях выше границы леса различаются ареалы тундровых почв.

Из использованных нами снимков наиболее детально среднемасштабные аэроснимки. На них выявляются ландшафты ранга урочищ, почвенные микро- и мезоструктуры. На примере снимков для Приольхонья и Иркутско-Черемховской равнины рассмотрим характер почвенных комбинаций в связи с мезо- и микрорельефом (естественным и сивелированным при вспашке) и литологическими особенностями.

Для Приольхонья в целом характерна полосчатая (полосчато-блочная) структура северо-восточной ориентированности. Наложение влияния экспозиции на геолого-геоморфологическую дифференциацию — характерная особенность этой территории.

Почвенный покров тесно связан с морфологией рельефа и особенностями почвообразующих пород. Территории свойственно чередование невысоких гряд с пологими широкими долинами, протягивающимися с юго-запада на северо-восток параллельно краю горной страны. Днища долин сложены преимущественно мраморами, а гряды, разделяющие долины, — гнейсами, амфиболитами, кварцитами. Днища долин и юго-восточные склоны заняты степными сообществами, вершины гряд и верхние части склонов — сосновыми и лиственными остепненными лесами. Указанные природные особенности хорошо дешифрируются на аэроснимках и одновременно служат косвенными дешифровочными признаками почв.

По светлому тону на склонах диагностируются сухие степи с собственно каштановыми почвами, а по серому тону на днищах — степи с темно-каштановыми почвами (фото 8, а). Хорошо дешифрируются выходы мраморов по причудливому рисунку. Здесь формируются сильнокаменистые остаточно-карбонатные каштановые и черноземные почвы. Дешифровочным признаком дерновых лесных почв служит редкозернистая структура. Они приурочены к вершинам гряд, юго-восточным склонам на окраине степного массива при переходе его к горной тайге или к северо-западным склонам среди степей.

Для Приольхонья наиболее полной будет комбинация из депрессионно-гивистого сочетания каштановых, дерновых лесных и степных бескарбонатных почв, включающая линейные мозаики остаточно-карбонатных каштановых и черноземных почв, кольцевые приозерные комплексы различных засоленных почв.

На освоенной территории Иркутско-Черемховской равнины и Предбайкальской впадины широко распространены микроструктуры — комплексы и пятнистости (см. фото 8, б, в). Они могут рассматриваться как элементарные разнокачественные ареалы. Комплексы — комбинации

контрастные, а пятнистости — слабоконтрастные. В условиях бугристо-западного рельефа, развитого на большей части пахотных земель, формируется двучленный комплекс, состоящий из аккумулятивных почв западин (нередко с погребенными темноцветными горизонтами и деградированными почвами повышений). При вспашке происходит нивелирование поверхности и усиление неоднородности почв. Первопричиной формирования полигонального рельефа явились, вероятно, криогенные деформации в верхнем плейстоцене. Следовательно, рассматриваемый феномен представляет собой природно-антропогенное образование с длительной историей развития.

В отличие от космических снимков, на которых выявляется связь ИП с макроструктурами, экспозицией склонов, крупными морфоскульптурами, на аэроснимках доминирующее значение приобретает растительность, микро- и мезорельеф, а на распаханной территории — прямые дешифровочные признаки почв, такие как содержание гумуса, влажность, карбонатность и др.

В заключение следует отметить, что использование масштабного ряда снимков в почвенно-географических исследованиях подтверждает необходимость отражения ИП на картах через структуру разных уровней организации. Применение снимков позволяет более обоснованно выявлять и картографировать фотогеничные факторы дифференциации и нарушения ИП. Важное значение приобретает антропогенный фактор — возможность выделения самостоятельных ареалов пахотных почв на разных уровнях. Представления об иерархии структур ИП должны совершенствоваться; их необходимо реализовать в почвенно-картографических построениях. Несомненную актуальность приобретает применение дистанционных методов контроля за состоянием ИП, прежде всего трансформированного человеком.

ГЛАВА 4

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СРЕДНЕМАСШТАБНОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ (на примере Северного Прибайкалья)

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последнее время интерес к среднемасштабному геоботаническому картографированию со стороны как специалистов-картографов, так и практиков, занимающихся вопросами использования растительных ресурсов, заметно возрос. Такое явление объясняется рядом причин. К настоящему моменту заканчивается период мелкомасштабного обзорно-справочного изучения растительности районов Сибири, когда составлялись крупные региональные картографические произведения, такие как карта растительности юга Восточной Сибири, карта растительности Западно-Сибирской равнины и др., позволяющие показать основные закономерности в распространении растительного покрова этих территорий. Накоплен большой и разнообразный фактический материал по растительности разных районов, который нуждается в картографическом обобщении в виде среднемасштабных геоботанических карт.

Интерес к таким картам растительности со стороны практиков обусловлен тем, что они сочетают в себе достаточную региональную обзорность с большим количеством конкретной и географически достоверной

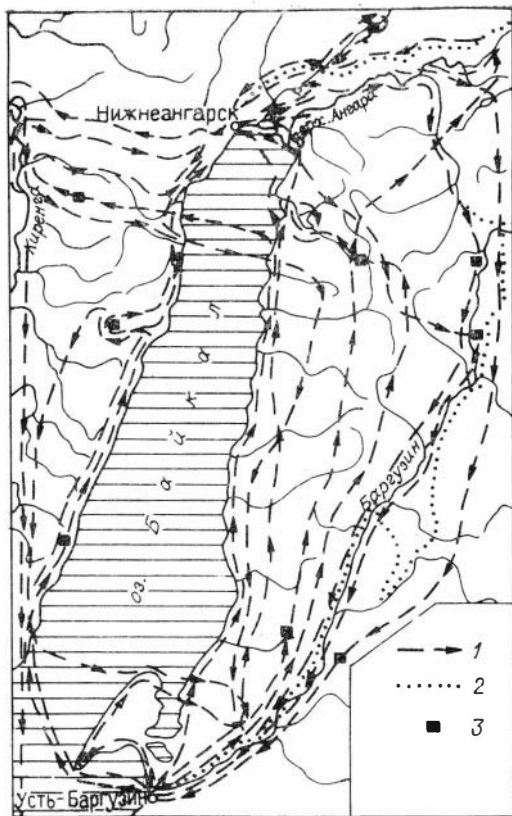


Рис. 12. Схема наземных и аэровизуальных маршрутов.

1 — аэровизуальные, 2 — наземные наблюдения; 3 — ключевые участки.

информации о растительном покрове, что представляет большую ценность при разработке и проведении различных хозяйственных мероприятий. Особую роль они призваны сыграть при решении вопросов охраны природной среды осваиваемых районов.

Стимулированию интереса к среднемасштабному геоботаническому картографированию способствовало также появление и быстрое совершенствование аэрокосмической съемки — нового источника информации о растительности и условиях ее обитания. Открывались определенные перспективы уточнения методики картосоставления и получения более достоверных карт.

Все это обусловило постановку исследований в Институте географии СО АН СССР,

где картографическое изучение растительного покрова Сибири ведется многие годы [Сочава, 1979]. Как известно, здесь в основном развивалось мелкомасштабное обзорно-справочное картографирование растительности, как части комплексного тематического картографирования природы, населения и хозяйства районов Сибири и Дальнего Востока. Для проведения работ по среднемасштабному картированию потребовалась новая информационная и методическая основа. Поэтому было решено провести совместно с Госцентром «Природа» комплексные исследования по среднемасштабному тематическому картографированию с использованием аэрокосмических материалов. В систему этих работ входило и изучение растительного покрова в соответствующем масштабе.

Исследования проводились в 1978—1982 гг. в Северном Прибайкалье, к северу от 54° с. ш. Имй была охвачена большая территория, включающая Баргузинский, Байкальский, Икатский и Верхнеангарский горные хребты, Баргузинскую, Верхнеангарскую и Северо-Байкальскую межгорные котловины (рис. 12).

В задачу исследований входили определение возможности использования аэрокосмических материалов при среднемасштабном геоботаническом картографировании, разработка соответствующих принципов и методов составления карт и создание авторского макета карты растительности изучаемого региона. При разработке программы универсальной среднемасштабной геоботанической карты мы исходили из того, что ее легенда должна строиться на основе классификации растительных сообществ с использованием структурно-динамических принципов.

Картируемый регион является узловым для понимания многих природно-ландшафтных и биотических закономерностей в зоне контакта двух крупных физико-географических областей — Среднесибирской и Байкало-Джугджурской [Сочава, Тимофеев, 1968]. Поэтому создание

среднемасштабной карты растительности представляло определенный научный и методический интерес.

Помимо научно-методических и научно-справочных целей карта растительности была необходима для решения различных прикладных вопросов. Она предназначалась и для обеспечения необходимой информацией работ по районной планировке и разработке мероприятий по рациональному использованию земель и охране окружающей природной среды.

Цель и задачи проводимых картографических исследований, а также особенности использования аэрокосмических материалов определили этапы работы и выбор основных методических приемов, обеспечивающих последовательность и логику процесса составления среднемасштабной геоботанической карты с использованием космических снимков. Перечислим основные этапы работы над картой: 1) разработка программы; 2) камеральный анализ литературных и картографических материалов и составление рабочего варианта легенды; 3) предварительный анализ космических материалов для определения районов и задач наземных работ и маршрутов аэровизуальных облетов; 4) сбор лесоустроительных и землеустроительных материалов; 5) наземные (пешеходные, автомобильные и др.) и аэровизуальные работы; 6) камеральное дешифрирование космических снимков с использованием собранных данных; 7) составление прекарты на фотоплане; 8) редакционные работы и составление авторского макета.

Последовательность выделенных этапов выдерживалась не всегда. Это объяснялось рядом объективных причин, например рассредоточенностью лесоустроительных и землеустроительных фондов, что заставляло объединять сбор этих материалов с экспедиционными наземными работами, запаздыванием получения кондиционных космических снимков к запланированным срокам полевых работ, транспортными ограничениями и т. д. Однако в целом все перечисленные виды работы были выполнены и признаны необходимыми при организации подобных картографических исследований.

В процессе подготовки и составления карты растительности Северного Прибайкалья наряду с обычными источниками, используемыми при создании карт, такими как литературные данные, содержащие сведения о растительности и других компонентах природы этого региона, мелкомасштабные обзорные карты растительности и карты в атласах, лесоустроительные планы и др., имелись космические черно-белые и спектрально-зональные снимки среднего и мелкого масштаба, космофотоплан (в заданном масштабе карты растительности), а также материалы по растительности отдельных районов Северного Прибайкалья. Были привлечены разнообразные картографические материалы по отдельным компонентам природной среды — геологические, геоморфологические, почвенные, климатические и другие тематические карты.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ КАРТОСОСТАВИТЕЛЬСКИХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Методика составления карт растительности в настоящее время разработана достаточно хорошо [Исаченко, 1980]. Она определяется спецификой самой растительности как объекта картографического моделирования, а также содержанием, назначением и масштабом карт. Большую роль играет при этом качество используемых материалов.

Однако следует отметить, что, несмотря на общие успехи геоботанического картографирования, в разработке методики составления карт растительности с использованием космических материалов есть немало слабых мест. Поэтому в последнее время наблюдается повышенный интерес к изучению возможностей привлечения космических снимков [Ви-

ноградов, 1975, 1976; Виноградов, Глушко, 1975; Копыл и др., 1975; Космическая съемка..., 1979; Белов, 1973, 1980].

Важным этапом картографических работ является оценка используемых материалов с точки зрения их пригодности для решения поставленных задач. Поэтому нами было проведено определение информационной ценности космических фотоснимков для дешифрирования растительности в связи с задачей ее картографирования. При этом обращалось особое внимание на характер и качество самих космических материалов.

Поскольку целью наших исследований было непосредственное создание карты с использованием космических материалов, все методические поиски были подчинены главной цели — составлению кондиционной геоботанической карты. В этом заключается основное отличие проводимых работ от исследований, имеющих своей целью проверку или обновление ранее составленных карт, равно как от частного изучения растительности по космическим снимкам. Для современной среднемасштабной геоботанической карты характерны выявление региональных закономерностей и одновременно детальность показа специальной нагрузки.

Методика картосоставительских работ без космических снимков предполагает получение необходимых сведений о растительности картографируемого региона в результате детальных натурных исследований или из различных источников. Особая роль отводится дешифрированию аэроснимков [Белов, 1959; Смирнов, 1967; Ландшафтный метод..., 1976]. Таким образом, создается определенный теоретический и методический задел для работы с космическими материалами.

С учетом этого оценивалась пригодность материалов космической съемки для составления среднемасштабной универсальной геоботанической карты. При этом определялась возможность получения необходимой информации о растительном покрове, а именно: а) о флористических и структурно-ценотических особенностях растительных сообществ — видах доминантов и содоминантов основных ярусов, развитости ярусов, боните и возрасте древесных пород; б) о динамических особенностях растительности, определяемых главным образом антропогенными факторами — пожарами, рубками, выпасом, распахивкой и т. д.; в) об экологических связях растительности, о положении растительных сообществ в мезо- и макрогеосистемах и т. д.; г) о пространственных (геометрических) характеристиках растительных сообществ (выраженность и характер их границ и т. д.).

В нашем распоряжении имелись среднемасштабные и частично мелкомасштабные черно-белые и спектрзональные (синия и фиолетовая серии) космические снимки. На некоторые районы имелись цветные снимки. Съемки были выполнены в разное время года, преимущественно в позднелетнее и позднелетнее, когда часть площади региона покрыта снегом, особенно в высокогорьях. На некоторых снимках территория закрыта облачностью. Оба этих обстоятельства резко снизили картографическую ценность материалов.

На особенности изучения растительности дистанционными методами обращали внимание многие исследователи. С одной стороны, растительность является самым физиономичным компонентом геосистем и непосредственно участвует в формировании фотонизображения на космических снимках, а с другой — очень мелкие размеры дискретных элементов (растений, структурных частей фитоценозов и т. д.) требуют для своего распознавания фотоснимки с очень высоким пространственным разрешением. Дополнительные осложнения вызываются большой сезонной изменчивостью растительных сообществ, а также широким развитием антропогенной динамики растительного покрова [Виноградов, 1976].

Анализ опыта геоботанических исследований с применением аэрокосмических материалов, проведенный Б. В. Виноградовым [1976], показал, что примеров собственно картосоставительских работ немного,

и для обеспечения этих работ необходимы очень детальные фотоснимки. Прямое дешифрирование космических снимков с установлением требуемых характеристик растительности оказалось крайне затруднительным.

Эти трудности породили необходимость разработки специальных методов получения косвенной информации о растительности со снимков, таких как индикационный, ландшафтный, ландшафтно-индикационный и т. д. [Востокова, 1968; Востокова, Скатерщиков, 1978; Востокова, Кельнер, 1980]. Они основываются на установлении качественной коррелятивной зависимости особенностей растительности от других компонентов природных комплексов, информация о которых может прямо сниматься с космических фотоснимков. Эта информация затем интерпретируется в геоботаническом плане.

В своей основе названные методы опираются на важное свойство аэрокосмических снимков — комплексно-синтезированный характер информации фотоизображения земной поверхности. Б. В. Виноградов [1978] такое совмещение компонентов природной среды на одном космическом снимке назвал факторной генерализацией.

Не вдаваясь в детальный анализ достоинств и недостатков методов получения косвенной информации о растительности с космических снимков, отметим, что их эффективность в конечном итоге зависит от количества и качества сведений о растительности изучаемого региона, которыми располагает исследователь, работающий со снимками. Чем подробнее эти сведения, чем более конкретны устанавливаемые зависимости распространения тех или иных сообществ от других компонентов природных комплексов, тем выше «разрешающая способность» этих методов, тем информативнее космические снимки. Большую помощь здесь могут оказать различные крупно-, средние- и даже мелкомасштабные природные тематические карты — геологические, геоморфологические, почвенные и др., а также гипсометрические карты одного масштаба со снимками.

Анализ имеющихся в нашем распоряжении космических материалов показал, что они представляют определенный интерес для целей средне-масштабного геоботанического картографирования, но только в комплексе с другими источниками информации, традиционно используемыми при картировании растительности. Космические снимки обеспечивают получение главным образом пространственных характеристик растительных сообществ, что позволяет проводить только «...разграничительное дешифрирование растительности...» [Виноградов, 1976]. Сведения же о качественных особенностях сообществ и динамических отношениях между ними могли быть получены в основном традиционными методами. Спектрональные и цветные снимки в комплексе с черно-белыми обеспечивали экстраполяцию сведений, полученных из других источников. Картографическая ценность аэрокосмических материалов резко возрастала при наличии наземных и аэровизуальных данных. Снимки выполняли также роль картографической основы, на которой проводилось картосоставление.

Все это в значительной степени определило методику проведения дальнейших картосоставительских работ. Основной упор был сделан на наземные и аэровизуальные исследования, а также на сбор и обработку лесотаксационных, землеустроительных и геологических материалов.

В задачу наземных исследований входило изучение основных типов растительных сообществ на этой территории: их флороценотического состава и структуры, динамики и ландшафтно-топологической приуроченности. Поскольку мы уже имели сведения о растительности побережья оз. Байкал и обращенных к нему горных склонов, основное внимание было сосредоточено на изучении растительности Баргузинской и Верхне-Ангарской котловин и высокогорных, труднодоступных участков Баргузинского и Байкальского хребтов. Маршрутным методом и в результате работ на ключевых участках был получен обширный фактический материал

по растительности основных районов региона. При этом постоянно использовались космические снимки. На основе предварительного дешифрирования закладывались маршруты и ключевые участки, а в процессе наземных исследований полученные сведения о растительности соотносились с фотоизображением (тоном, текстурой, структурой и т. д.) на космических снимках и тем самым определялись дешифровочные признаки растительности.

Собранные в маршрутах сведения были дополнены данными, полученными в результате анализа большого количества лесоустроительных планов. При этом основное внимание обращалось на состав, структуру, бонитет и возраст древостоев лесных сообществ, а также на характер происходящих в них восстановительных процессов.

В комплексе с наземными исследованиями были проведены аэровизуальные работы. Маршруты полетов закладывались с целью увязки материалов наземных наблюдений с космическими снимками и общего аэровизуального дешифрирования последних, а также для выявления закономерностей в распределении основных типов растительных сообществ в труднодоступных горно-таежных и горно-тундровых поясах хребтов. Маршруты облетов проходили параллельно западному и восточному макросклонам Байкальского, Баргузинского и Икатского хребтов, что позволило выявить особенности вертикальной поясности растительности на разных склонах этих хребтов. Аэровизуальные наблюдения сопровождались посадками в высокогорных зонах хребтов и труднодоступных участках межгорных котловин, что существенно дополнило имеющиеся сведения о подгольцовых редколесьях, зарослях кедрового стланика, альпипинотипных лугах, горных тундрах, рощах каменной березы и т. д., а также о лугово-болотных и степных сообществах межгорных котловин.

Сведения о растительности картографируемого региона, собранные в наземных и аэровизуальных маршрутах, совместно с другими необходимыми материалами были использованы для разработки классификации растительных сообществ и составления рабочей легенды карты.

По этой легенде с учетом всех имеющихся материалов было проведено дешифрирование нетрансформированных в поле космических снимков. Данные дешифрирования были перенесены на трансформированную фотокартографическую основу. Интерпретация результатов дешифрирования проводилась с учетом дешифровочных признаков растительности, полученных в ходе наземных и аэровизуальных работ и анализа лесотаксационных планов, а также по косвенным признакам. В последнем случае, поскольку характер фотоизображения зачастую не позволял непосредственно получать информацию о растительных сообществах, упор делался на изучение местообитаний сообществ, а через них устанавливался и сам тип сообщества. Особенно это касается горно-таежной растительности на склонах разной экспозиции, где изображение на снимках определяется преимущественно интенсивностью освещенности склонов, что очень сильно маскирует растительность.

Темнохвойные леса с доминированием пихты, ели или кедра хорошо читаются на снимках, им соответствуют участки более темных тонов, однако за темнохвойные леса могут быть приняты и темные пятна неосвещенных (теневых) склонов. Более четко эти леса прослеживаются по снимкам на выровненных водораздельных поверхностях Среднесибирского плоскогорья, примыкающего с запада к Байкальскому хребту. Для всех районов расчленение темнохвойных лесов по преобладающей породе сильно затруднено. Это касается и редколесий, особенно при необходимости разделения еловых и пихтовых сообществ. Отделить их трудно даже при аэровизуальных наблюдениях.

Среди светлохвойных подгорных и горно-таежных лесов на снимках хорошо выделяются только сосновые рододендроновые леса на подгорных шлейфах восточного макросклона Баргузинского хребта и в Баргузин-

ской котловине, где они контрастируют по тону фотоизображения с сообществами нелесной растительности и сельскохозяйственными землями. Хорошо выделяются также сосновые редкостойные редкопокровные леса, приуроченные к сильноэродированным каменистым горным склонам южной и юго-западной экспозиций, которые распознаются по более светлому тону и линейной текстуре изображения.

Трудности дешифрирования растительности высокогорий обусловлены тем, что во время съемки территория оказалась покрытой снегом. Хорошо выделялись только подтольцовые редколесья и заросли кедрового стланика. Дифференциация же сообществ горных тундр и альпийно-типных лугов по снимкам оказалась невозможной, и картирование их осуществлялось традиционными методами.

Наибольшее значение космические снимки имели для распознавания растительности днщ межгорных котловин, где почти не сказывается маскирующее влияние рельефа. Кроме того, для этих территорий характерна высокая степень контрастности растительности: здесь соседствуют сообщества разных типов — лесные, степные, болотные, кустарниковые и луговые. В этих местах сосредоточена и основная хозяйственная деятельность человека, поэтому растительные сообщества несут черты различных антропогенных воздействий. Так, большим светлыми пятнами с характерным рисунком сельскохозяйственных земель читаются на снимках песчаные массивы (куйтуны) в Баргузинской котловине. Здесь же среди сосновых лесов хорошо просматриваются контуры старых и новых вырубок геометрической формы. Лугово-болотно-кустарниковая растительность в долинах рек Баргузин, Кичера и Верх. Ангара выделяется на снимках линейно вытянутыми контурами с характерным сегментным структурным рисунком.

Определенные трудности имели место при установлении производных мелколиственных лесов, возникших главным образом в результате пожаров на месте коренных темнохвойных, лиственничных или сосновых лесов. Из-за мелкоконтурности эти леса почти не выделялись, за исключением байкальского макросклона Баргузинского хребта. Более подробно они показаны для районов Среднесибирского плоскогорья, где занимают большие площади.

На всех снимках хорошо читается горно-долинная растительность, что позволило нам выделять ее в соответствующем масштабе, не прибегая к картографической генерализации.

Прекарта, составленная на фототополане в результате дешифрирования космических снимков, была отредактирована, и на ее основе был разработан красочный авторский макет геоботанической карты Северного Прибайкалья.

В целом следует подчеркнуть, что использование космических материалов при картографировании растительности существенно преобразовало всю систему картосоставительских работ. Космические материалы использовались нами неоднократно: на стадии организации и проведения наземных исследований, в процессе аэровизуальных наблюдений, при камеральном дешифрировании и картосоставлении и, наконец, при редактировании авторского макета карты. Резко повысилась объективность картосоставительских работ при общем сокращении объема наземных исследований в труднодоступных горных районах. Все это свидетельствует о том, что аэрокосмические материалы должны стать неотъемлемым элементом картографического изучения растительности в среднем масштабе. Они обеспечат возможность быстрого создания кондиционных средне-масштабных фотокарт растительности, обладающих высокой степенью точности.

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И СТРУКТУРА ЛЕГЕНДЫ КАРТЫ

Легенда геоботанической карты зависит от принципов, положенных в основу классификации растительных сообществ изучаемого региона. Они, в свою очередь, определяются характером и назначением создаваемой карты, ее масштабом и степенью детальности сведений о растительности картируемой территории.

В процессе работы мы опирались на принципы многомерной и много-ступенчатой классификации, разработанные академиком В. Б. Сочавой [1972а, б, 1979] и неоднократно апробированные на мелкомасштабных обзорно-справочных картах растительности этого региона [Белов, 1973; Белов, Лавренко, 1977; и др.].

Растительность Северного Прибайкалья подразделяется на высокогорную (растительность гольцов), таежную (бореальную) и степную. Высокогорная растительность объединяет горно-тундровые и альпийно-типные сообщества, находящиеся в тесной флористической, ценотической и эколого-топологической связи [Сочава, 1980]. Доминирующая в регионе таежная растительность представлена сообществами Урало-Сибирской, Ангари́дской и Берингийской фратрий формаций. Степная растительность является северным форпостом сообществ Монголо-Китайской фратрии формаций.

Изучаемый регион относится к Байкало-Джугджурской горно-таежной физико-географической области [Сочава и др., 1963; Сочава, Тимофеев, 1968; Сочава, 1980]. Он располагается в пределах Байкальской рифтовой зоны и только на западе захватывает краевую часть Среднесибирского плоскогорья. Рельеф его и соответственно растительность имеют преимущественно горный характер.

Типизация растительных сообществ на низшем и среднем таксономическом уровнях проводилась на основе общности их структурно-морфологических, эколого-топологических и динамических черт. Низшей классификационной единицей была определена группа ассоциаций, объединяющая ассоциации, сообщества которых сходны по составу и строению всех основных ярусов. Группы ассоциаций объединялись в формации растительных сообществ по сходству состава эдификаторных ярусов. На основе проведенной классификации растительности была разработана легенда карты.

По сравнению с классификационной схемой легенде придана более простая структура. Это обусловлено невозможностью показать на карте все признаки состава и строения растительности, выявленные в процессе классификации, а также особенностями самой карты. Так, в связи с относительно небольшим размером картируемой территории в легенде не выделены фратрии формаций и регионально-типологические группы. Из-за недостатка данных об антропогенной восстановительной динамике в лесных сообществах для всей территории было решено отказаться в легенде от соподчинения восстановительных серий коренным сообществам. Кратковременно-производные березняки выделены в самостоятельную группу, хотя в номерах легенды приводится указание на тип исходных коренных лесов.

В связи с тем, что для растительности региона характерна вертикальная поясность, в легенде выделены высотно-поясные группы сообществ — подгольцовые редколесья, горно-таежные и подгорно-котловинные леса. Общая структура легенды и порядок номеров в ней также подчинены принципу показа вертикальной поясности растительности.

Легенда карты растительности Северного Прибайкалья имеет несколько ступеней, обозначенных подзаголовками. Более подробно она разработана для лесной растительности, господствующей в регионе. Высшими подразделениями являются высокогорная, таежная (бореальная)

и степная растительность. Первая представлена горными тундрами и альпийскими лугами. Таяжная растительность подразделяется на шесть категорий: заросли кедрового стланика, темнохвойные, сосновые, лиственничные, мелколиственные леса и, наконец, ерники, болота, луга. Темнохвойные и лиственничные леса в легенде разделяются на подгольцовые редколесья и собственно леса. Степная растительность представлена сухими степями и засоленными лугами. Легенда содержит 53 номера, что позволяет достаточно подробно отразить пространственную структуру растительности Северного Прибайкалья.

Сельскохозяйственные земли показаны на карте внесштабным знаком по фону коренной растительности.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КАРТЕ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛья

Главной закономерностью, нашедшей свое довольно полное отражение на карте, является вертикальная поясность. Особенно полно и подробно она показана для Байкальского и Баргузинского хребтов и отчасти для западного макросклона Икатского хребта (рис. 13).

В высокогорных частях этих хребтов широко развиты скалистые гребни и каменистые осыпи с фрагментами лишайниковых тундр, нивальных луговин и пустошей. На выровненных участках распространены каменистые тундры с господствующими накидными лишайниками и фрагментами кустарничково-лишайниковых тундр. В зоне выхода карбонатных пород на севере Баргузинского хребта отмечены осочково-дрядово-лишайниковые тундры, а для высокогорий Байкальского хребта более характерны кустарничково-мохово-лишайниковые тундровые сообщества, сочетающиеся с овсяницейвыми и камышовыми пустошами.

Характерным элементом растительности высокогорий Байкальского и Баргузинского хребтов являются альпийские луга в сочетании с пустошами, болотцами и подгольцовыми зарослями кустарников. Они приурочены в основном к западным макросклонам хребтов, но не занимают больших площадей, так как находятся на восточном и северном пределах своего распространения. В северных частях хребтов они встречаются единичными участками, что хорошо видно на карте.

В подгольцовой зоне всех горных хребтов Северного Прибайкалья широко распространены заросли кедрового стланика, находящегося здесь на западном пределе своего ареала. Преобладают кустарничково-лишайниковые сообщества стланика, обычно в сочетании с фрагментами горных тундр, нивальных луговин и каменистых россыпей. Часто кедровый стланик образует смешанные ценозы с кустарниковыми березками и ивами.

Для вертикальной поясности растительности горных хребтов Прибайкалья характерна асимметричность, обусловленная субмеридиональным расположением горных хребтов по отношению к западному переносу воздушных масс, являющихся основным поставщиком влаги в эти районы. На западном и восточном макросклонах горных хребтов выделяются два самостоятельных типа поясности [Тюлина, 1967, 1976]. Все это нашло свое отражение на карте. Для западных, более влажных, макросклонов Байкальского и Баргузинского хребтов отмечается преобладание полидоминантных темнохвойных лесов с господством пихты или кедра. В покрове этих лесов доминируют черника, брусника, бадан, хорошо развит ярус из зеленых мхов. В высокогорных частях здесь развиты темнохвойные редколесья из пихты, кедра и реже ели в сочетании с зарослями кедрового стланика, альпийскими лугами или фрагментами горных тундр. Еловые редколесья встречаются преимущественно в северной части Баргузинского хребта и на Верхне-Ангарском хребте. На более сухих

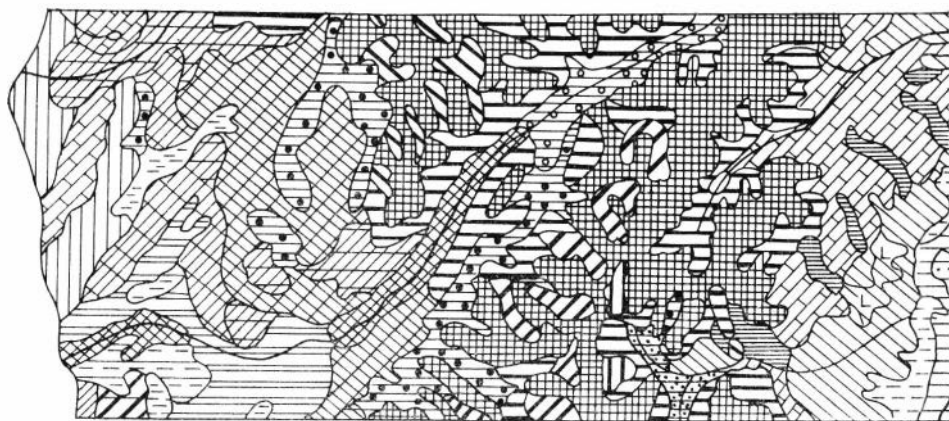


Рис. 13. Фрагмент среднemasштабной карты растительности Северного Прибайкалья.

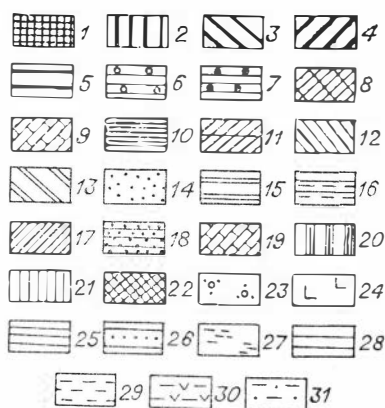
1(1) — скалистые гребни и осыпи с фрагментами лишайниковых тундр, нивальных луговин и пустошей; 2(3) — осочково-приадово-лишайниковые (кладонично-алекториевые) тундры, местами в сочетании с альпийскими луговинами и тальниковыми зарослями на карбонатных и осевых породах; 3(4) — кустарничково-мохово-лишайниковые тундры, часто в сочетании с овсяными и кашкарными пустошами и осочково-лишайниково-моховыми сообществами на кислых породах; 4(6) — альпийские и субальпийские луга в сочетании с пустошами, болотцами и подгольцовыми зарослями кустарников; 5(7) — заросли кедрового стланика кустарничково-лишайниковые в сочетании с фрагментами горных тундр, нивальных луговин и каменистых россыпей; 6(10) — еловые и лиственнично-еловые ериково-кедрово-стланиковые кустарничково-лишайниковые редколесья; 7(11) — лиственничные, иногда с каменной березой, кустарничково-травяные редколесья; 8(13) — лиственнично-кедровые рододендровые бруснично-зеленомошные леса, часто с баданом по горным склонам, сложенным кристаллическими породами; 9(17) — кедрово-лиственничные и лиственничные кустарничково-баданово-зеленомошные леса на горных склонах, сложенных кристаллическими породами; 10(20) — сосновые группово-редкостойные бруснично-разнотравные леса на крутых скалистых склонах южной экспозиции; 11(21) — сосновые и лиственнично-сосновые рододендровые бруснично-травяные леса на горных склонах южной экспозиции; 12(24) — лиственнично-сосновые и сосновые рододендровые разнотравные леса на сухих подгорных шлейфах; 13(27) — сосновые рододендровые толокнянково-брусничные леса на песчаных озёрных и речных отложениях; 14(28) — сосновые кустарничковые разнотравно-остепненные леса на песчаных отложениях (куйтунах); 15(29) — сосновые и лиственнично-сосновые душищевые багульниково-зеленомошные леса на низ-

и континентальных восточных макросклонах хребтов преобладают лиственничные и сосновые леса.

Светлохвойные лиственничные и сосново-лиственничные леса сосредоточены в основном в северной части региона, где занимают склоны хребтов и днища котловин. На юг они спускаются довольно широкой полосой по побережью Байкала вдоль Баргузинского хребта. Здесь они занимают террасы озера и подгорные шлейфы, что связано с сильным охлаждающим влиянием Байкала. В этих лесах часто присутствует кедровый стланик. Однако такое охлаждающее влияние заметно только на баргузинском побережье, тогда как на западном, более сухом, на подгорных шлейфах встречаются остепненно-травяные лиственничники.

Сосновые леса приурочены в основном к склонам и днищу Баргузинской котловины. В верхних частях горно-таежного пояса они занимают крутые сильно эродированные каменистые местообитания склонов южной и юго-западной экспозиций. Древостой здесь разреженный, низкорослый. В несомкнутом напочвенном покрове преобладают литофильные виды. Такие сосняки встречаются небольшими участками и на западном макросклоне Баргузинского хребта, а также на Икатском и Верхнеангарском хребтах. Основные массивы сосновых лесов сосредоточены на подгорных шлейфах Баргузинского и Икатского хребтов, а также на песчаных отложениях днища котловины. Преобладают сухие рододендровые разнотравные и бруснично-травяные леса, а на песчаных массивах, особенно в центральной части котловины, отмечены остепненно-разнотравные кустарничковые сосняки, которые обычно соседствуют со степными сообществами.

Мелколиственные осиново-березовые и березовые леса сосредоточены в западной части региона, где приурочены к склонам и водораздель-



них поверхностях, сложенных четвертичными отложениями; 16(41) — берзовые с примесью осны и лиственничные кустарничково-травяные леса на месте сосново-лиственничных лесов плоских водоразделов и пологих склонов; 17(38) — лиственничные, иногда с осной и кедром, кедрово-стланико-рождодендровые кустарничково-лишайниково-зеленомошные леса по террасам Байкала; 18(31) — лиственничные, иногда с елью или кедром, ерничково-кедрово-стланиковые лишайниковые редколесья; 19(32) — лиственничные и кедрово-лиственничные душищевые кустарничково-зеленомошные, часто с бадапом, леса на горных склонах; 20(33) — лиственничные и сосново-лиственничные, иногда с примесью ели и кедра, душищевые-рождодендровые травяно-зеленомошные леса на горных склонах северной экспозиции; 21(36) — лиственничные и сосново-лиственничные, часто с оспой, душищевые травяно-кустарничково-зеленомошные леса на шлейфах горных склонов; 22(19) — еловые и лиственнично-еловые, часто с тополем и ивами, кустарничково-травяно-зеленомошные леса по долинам рек; 23(46) — ерниковые кустарничково-моховые заросли в сочетании с осоковыми болотами; 24(*) — молодые вырубки; 25(49) — лугово-болотные-кустарниковый пойменный комплекс р. Баргузин; 26(49) — заболоченные кустарниковые заросли с душицей и березой р. Баргузин; 27(50) — мохово-осоково-пушищевые болота в сочетании с кустарниковыми зарослями; 28(53) — осоково-злаковые и злаково-осоковые солонцеватые луга в сочетании с кустарниковыми зарослями и участками востречно-осочково-лапчатковых степей; 29(52) — полынно-лапчатково-разнотравная щебнистая степь в сочетании с сообществами травяно-злаковой степи и зарослями кустарников; 30(51) — лапчатково-осочковые сообщества в сочетании с осоково-злаковыми солонцеватыми лугами, травяно-осоковыми и тростниковыми болотами, зарослями чия и незакрепленными песками; 31(*) — сельскохозяйственные земли. (В скобках указаны номера основной легенды карты растительности Северного Прибайкалья).

ным поверхностям Среднесибирского плоскогорья. Они чередуются с темнохвойно-таежными лесами, коренными для этих районов, а в настоящее время сильно нарушенными пожарами. Практически во всех мелколиственных лесах успешно возобновляются хвойные породы.

Болотные, луговые и кустарниковые сообщества, часто образующие динамические серии, приурочены в основном к долинам крупных и средних рек. Особенно большие массивы этих сообществ показаны на карте вдоль рек Баргузин, Верх. Ангара, Кичера. Кустарничково-моховые ерниковые сообщества в сочетании с болотами встречаются также вдоль рек в зоне Предбайкальского прогиба.

Степная растительность, представленная несколькими типами сообществ, распространена в Баргузинской котловине и небольшими пятнами встречается вдоль северо-западного побережья Байкала (что из-за невыраженности в масштабе на карте не изображено). Полынно-лапчатково-разнотравные щебнистые степи в сочетании с сообществами травяно-злаковых степных группировок и зарослями кустарников показаны вдоль нижних частей склонов Баргузинского и Икатского хребтов, а лапчатково-осочковые сообщества в сочетании с осоково-злаковыми солонцеватыми лугами, тростниковыми болотами и массивами незакрепленных развееваемых песков отмечены в центральной части котловины.

Растительный покров Баргузинской котловины видоизменен древними и современными антропогенными воздействиями. Усиленный выпас, сепокошение и распашка оказали значительное влияние на растительность. В результате здесь возникли большие участки незакрепленных развееваемых песков. В лесах дна котловины активно ведется заготовка древесины, что приводит к появлению больших массивов вырубок. Они, как и участки развееваемых песков, нашли свое отражение на карте.

Пространственная структура растительности раскрыта на карте достаточно подробно и полно. Следует подчеркнуть высокую степень достоверности и объективности специальной нагрузки, что в значительной мере обусловлено использованием при составлении карты космических материалов.

Карта растительности Северного Прибайкалья является универсальной геоботанической картой. В. Б. Сочава подобные карты называл инвентаризационными. Следовательно, карта в первую очередь может использоваться там, где возникает потребность в получении информации о пространственной структуре растительности того или иного района. Так, она будет полезна при планировании и организации мероприятий по использованию природных ресурсов региона, например при формировании Северо-Байкальского ТПК, при создании Байкальского национального парка-заповедника, при освоении сельскохозяйственных ресурсов в Баргузинской и Верхнеангарской котловинах, комплексном освоении растительных ресурсов региона и т. д.

Карта может широко использоваться в системе оценочно-картографических работ. Она является базовой для разработки и составления различных оценочно-ресурсных карт биоты, а также серии карт по охране природы. Необходима она и при составлении схем специального (отраслевого) районирования, прежде всего для лесного и сельского хозяйства.

Дальнейшее совершенствование космической съемки с получением снимков, выполненных в оптимальные для изучения растительности сроки и с еще большим разрешением, а также развитие специальных видов съемки, помогающих в полной мере изучить динамику растительности, будут способствовать повышению информативности карт растительности в среднем масштабе, а следовательно, и увеличению их прикладной ценности.

ГЛАВА 5

ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕМАТИЧЕСКОЕ КОСМОФОТОКАРТИРОВАНИЕ ЮЖНО-ЯКУТСКОГО ТПК

В последние годы область распространения многолетнемерзлых пород (ММП), а особенно ее южная часть, интенсивно осваивается. Так, в Южной Якутии создается первый и самый крупный в зоне БАМ ТПК. В пределах этого наиболее активно осваиваемого региона предусматриваются разработка месторождений различных полезных ископаемых, строительство крупных промышленных предприятий, прокладка дорог.

Осуществление народнохозяйственных мероприятий в южной части области ММП, находящихся в неустойчивом состоянии и вместе с остальными компонентами ландшафта подверженных значительным преобразованиям даже при небольших нарушениях поверхностных условий, необходимо проводить с учетом особенностей данной территории.

Как известно, своеобразие ММП связано с наличием в их толще подземных льдов различного генезиса, весьма чувствительных к изменению условий тепло- и влагообмена между приземным слоем воздуха и поверхностью горных пород и между различными горизонтами последних. Подобные изменения обычно вызывают колебания температуры грунтов и увеличение мощности слоя летнего оттаивания, что приводит к таянию подземных льдов и в конечном счете — к нарушению устойчивости поверхности. Кроме того, антропогенная деятельность в южных районах ММП обычно сопровождается интенсификацией криогенных процессов,

еще более усложняющих геокриологическую обстановку и затрудняющих освоение мерзлой зоны.

Избежать нежелательных последствий или хотя бы уменьшить их негативный эффект можно лишь при условии знания и всестороннего учета ландшафтной структуры территорий, тенденций изменения и т. д. При этом необходим значительный объем мерзлотных данных. Следует отметить, что Южная Якутия в региональном плане изучена крайне неравномерно, в связи с чем в процессе исследований наряду с материалами традиционных непосредственных наблюдений использованы результаты косвенных методов. Основной из этих методов — ландшафтно-индикационный — в нашем случае вернее именовать ландшафтно-криоиндикационным. История внедрения метода, заключающегося в использовании внешнего облика ландшафта для познания его геокриологической обстановки, в практику мерзлотоведения рассматривалась нами ранее [Шац, 1980; Лещиков, Шац, 1983; Шац, Дорофеев, 1985].

Ландшафтно-криоиндикационный метод требует детальной дифференциации природно-территориальных комплексов различного ранга с четким соответствием уровня комплексов-криоиндикаторов структуре района. При этом каждому типу местности свойственны индивидуальные сочетания компонентов, определяющих равновеликий гидротермический баланс поверхности, а следовательно, и относительно однородные мерзлотные условия [Южная Якутия, 1975].

Традиционные методы ландшафтной съемки, предполагающие главным образом непосредственные наблюдения, в последние годы успешно дополняются материалами дистанционных съемок. Рациональность подобного подхода получила освещение в многочисленных публикациях [Гаврилов, 1979, 1980; Гаврилов, Кондратьева, 1982; Гаврилов и др., 1983; Некрасов, 1979, 1981; Некрасов и др., 1979, 1983; Дорофеев и др., 1983; Дорофеев, Шац, 1984]. Приведенные в этих работах материалы убедительно показывают, что аэрокосмические снимки являются надежным источником сведений, позволяющих оперативно получать геокриологическую информацию, в частности — дифференцировать и картографически отображать сезонно- и многолетнемерзлые породы, получать конкретные данные о морфологии мерзлых толщ, в том числе о их мощности, а при определенных условиях — и температуре.

Обобщение и критический анализ методов и подходов позволили нам предложить технологическую схему использования аэрокосмической информации при геокриологических исследованиях [Шац, Дорофеев, 1985] (рис. 14), смысл которой сводится к следующему.

Привлечение аэрокосмических снимков существенно повысило результативность, а тем самым значение первого периода исследований, названного «камеральным предполевым», на заключительной стадии которого стало возможно представление хотя и предварительного, но достаточно обоснованного варианта схем ландшафтного районирования и криоиндикации. В сочетании с уже имеющимися данными о ландшафтной структуре территории, географических закономерностях и ландшафтно-криоиндикационных связях это позволяет выполнить и предварительный вариант геокриологической карты.

Получение на раннем этапе столь представительных материалов способствует существенному сокращению объемов непосредственных полевых исследований (второй период), включающих маршрутные и горные работы, со смещением акцента на аэровизуальные наблюдения и полевое дешифрирование. Завершающей стадией периода является полевое уточнение геокриологической карты.

Третий, камеральный послеполевой, период посвящается анализу и синтезу результатов всех предшествующих исследований. Он включает контрольное дешифрирование аэрокосмических снимков и завершается составлением окончательного регионального варианта ландшафтной и

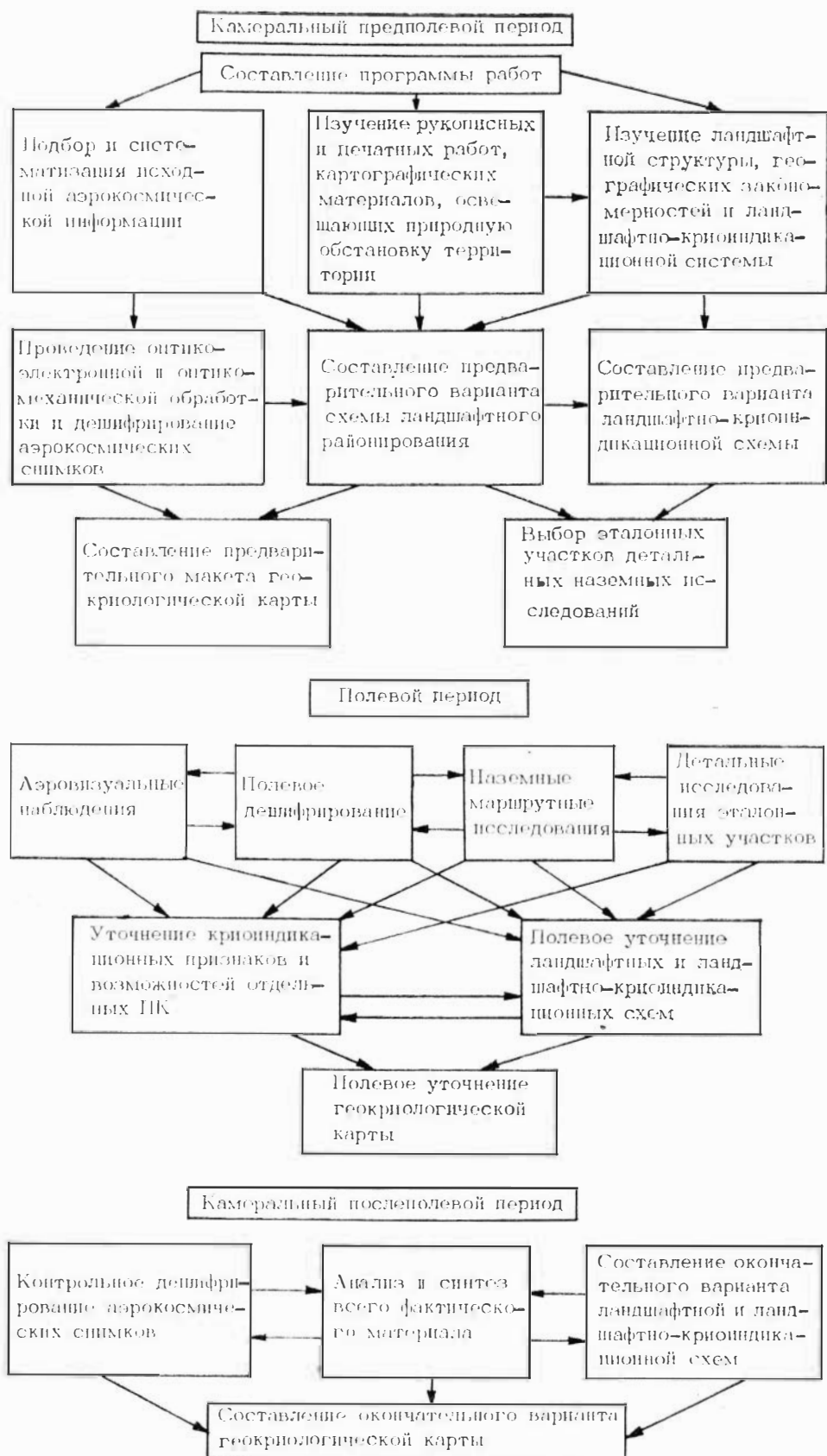


Рис. 14. Схема использования аэрокосмической информации при гео-крионидикационных исследованиях.

ландшафтно-криоиндикационной схем, а на их основе — геокриологической карты.

Предложенная схема была реализована для центральной части Южно-Якутского ТПК [Дорофеев и др., 1983; Дорофеев, Шац, 1984].

Изученная территория является частью Алдано-Тимптонской провинции Байкало-Становой горной области, находится в центре Алданского эрозионно-денудационного плоскогорья и представляет собой пологоволнистую поверхность, осложненную неглубокими речными долинами. Максимальные абсолютные высоты водоразделов составляют 1200—1300 м при относительных превышениях 100—300 м. Горные породы сложены главным образом архейскими метаморфическими разностями иенгурской серии и гранитоидами архея. Климат района резко континентальный, средняя годовая температура воздуха, по данным метеостанции Канку, составляет $-10,2^{\circ}\text{C}$ при средней январской $-31,9^{\circ}\text{C}$ и средней июльской $13,3^{\circ}\text{C}$ [Южная Якутия, 1975]. Годовая сумма отрицательных температур (4763 градусо-дней) — одна из наибольших, а сумма положительных — минимальная для метеостанций Алдано-Тимптонского междуречья [Справочник..., 1966, 1968]. Средняя годовая сумма осадков составляет 552,8 мм, устойчивый снежный покров формируется в конце сентября и быстро разрушается в конце мая, при этом его максимальная средняя годовая мощность 84 см [Справочник..., 1968].

Структура растительного покрова района, находящегося в провинции светлехвойной тайги, относительно проста. Основная лесообразующая порода — лиственница даурская. Территория покрыта горно-таежными лиственничными, редко лиственничными с елью, лесами, для которых характерен густой подлесок из березы кустарниковой. Встречаются и подгольцовые редколесья из сплошных зарослей кедрового стланика, березы кустарниковой или кустарниково-лишайниковая горная тундра, по долинам водотоков — ерниковые заросли, болота.

В качестве ключевого был принят район в верховьях р. Леглегер (приток р. Тимптон). Состояние его природной среды, проанализированное с привлечением различных источников, картографических материалов, аэрокосмических снимков и данных собственных исследований авторов, позволило составить представление о динамике ландшафтной структуры территории в результате ее освоения.

В пределах района выделены 8 участков (рис. 15), которые по степени антропогенной нарушенности можно разделить на три типа, отражающие различные стадии динамики природной среды.

Для участков первого типа характерно практическое отсутствие видимых нарушений поверхности, как это зафиксировано в верховьях долины руч. Ороченки. Обрамленная увалистыми водоразделами и открытая к северу центральная наиболее пониженная часть представляет собой сильно увлажненную заторфованную практически безлесную поверхность. К югу, западу и востоку вверх по пологим склонам увлажненность поверхности уменьшается, появляются лиственничные редколесья. К югу к лиственнице примешивается ель с густым ивняком в подлеске. Здесь с увеличением крутизны склона лес сменяется кедровым стлаником на крупноглыбовых развалах. ММП на участке имеют сплошное распространение с мощностью до 50 м и температурой от 0 до $-1,5^{\circ}\text{C}$. Сезонное протаивание составляет 1—1,5 м. Из криогенных явлений распространены преимущественно площадное пучение по торфяным грунтам, пятна-медальоны, термокарстовые просадки и наледи. На среднемасштабном спектрально-зональном снимке рассматриваемый участок дешифрируется темно-синим фототонном (интегральное фотоизображение торфяного массива), нарушенным осветленными полосами, вытянутыми к центру и соответствующими крупным эрозионно-термокарстовым ложбинам.

Участки второго типа, которым свойственны незначительные нарушения поверхностных условий, выделяются хорошей залесенностью скло-

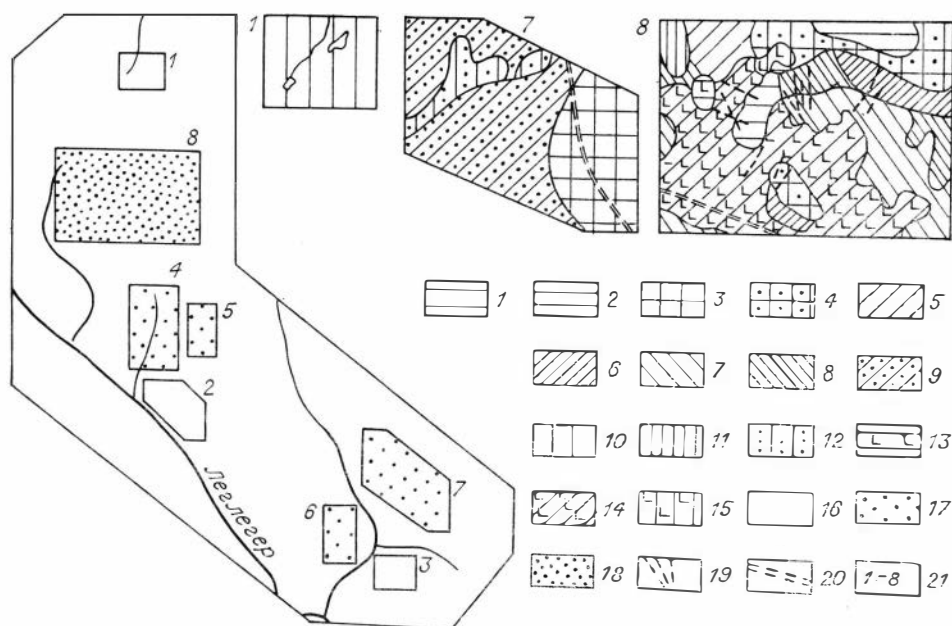


Рис. 15. Местоположение и ландшафтные схемы ключевых участков.

1—4 — водораздельные ландшафты: 1 — вершинных поверхностей с разреженным растительным покровом, 2 — плоских водораздельных поверхностей с разреженным кедровым стлаником, 3 — пологих водораздельных поверхностей с лиственничным редколесьем и зарослями кедрового стланика, 4 — пологих водораздельных поверхностей с разреженным кедровым стлаником; 5—9 — склоновые ландшафты: 5 — крутых склонов с кедровым стлаником, 6 — склоновых уступов с редким кедровым стлаником, 7 — пологих склонов с елью и лиственницей с кустарниками, 8 — пологих склонов с разреженной лиственницей, редко с елью со смешанным подлеском, 9 — пологих склонов с лиственницей и кустарниками; 10—12 — долиновые ландшафты: 10 — днища долин заболоченных с торфяниками и ложбинами временных водотоков, 11 — днища долин с лиственницей и елью со смешанным подлеском, 12 — заболоченных долин с ерником и моховым покровом; 13—15 — техногенные ландшафты: 13 — площадок бывших поселений с ерником и разнотравным покровом, 14 — пологих склонов и днищ долин с лиственничным подростом, редко с елью со смешанным кустарниковым покровом, по старым горным выработкам с густыми зарослями ерника и ольхи, 15 — карьеров и отвалов с густыми зарослями ольхи и разнотравьем; 16—18 — соответственно первый — третий типы антропогенного воздействия; 19 — центры техногенных нарушений; 20 — дороги 21 — номера участков.

на и разреженностью древостоя на водораздельных поверхностях по крупноглыбовым развалам. Основной лесообразующей породой является угнетенная лиственница, иногда с редкой елью на склоне. На спектрзональном снимке эти вариации в растительном покрове четко выделяются специфической цветовой гаммой. Склоны дешифрируются ровным сине-зеленым фототонном, который ближе к водоразделу постепенно переходит в бледный оттенок красного цвета.

ММП имеют практически сплошное распространение на склонах и отсутствуют непосредственно на водоразделе. Их мощность на склонах составляет в среднем 20—30 м с постепенным увеличением до 50—60 м к подножию.

Нарушения поверхностных условий сводились к разбивке разреженной разведочной сети, вызывающей линейное уничтожение лесов. На ограниченных участках горных работ происходило то же самое. Максимальные нарушения ландшафта были связаны с прокладкой по водоразделу дороги с полосой отчуждения шириной 10—15 м. Произшедшее при этом уничтожение растительности способствовало в зимнее время возрастанию продуваемости территории, что привело к уменьшению мощности снега и увеличению его плотности. Такие изменения снежного покрова, как правило, приводят к значительному понижению среднегодовой температуры поверхности почвы (до -4 — -8°C), что может вызвать увеличение мощности слоя сезонного промерзания и даже формирование маломощных ММП [Южная Якутия, 1975]. В результате активизируются

криогенные процессы, связанные с глубоким сезонным промерзанием горных пород: морозобойное растрескивание, выпучивание щебнисто-глыбового материала, морозная сортировка рыхлых отложений.

Участки третьего типа характеризуются максимальным нарушением ландшафта. Дешифровочным фототонном свойственного большей части территории разреженного кедрового стланика на крупноглыбовом элювии на спектрзональном снимке является несплошной розовый цвет на сине-зеленом фоне. К югу, в пределах пологовогнутого понижения, в верховьях небольшого ручья появляется густой лиственный лес с елью. На спектрзональном снимке этот участок выделяется темным сине-зеленым цветом, осложненным полосами бледно-розового цвета по разведочным линиям. В западной и южной части при большой нарушенности поверхности фототонизображения характеризуется бледными сине-зелеными тональностями. На этом фоне довольно четко выделяются осветленные бледно-зеленые пятна, связанные со сплошным травянистым покровом на заброшенных поселениях. Площадка формирующегося поселения в долине руч. Таежный на снимке выделяется темным тоном красного цвета. Близкий цвет, как отмечалось выше, характерен и для водораздельных поверхностей.

ММП в пределах участка имеют массивно-островное распространение. Водоразделы и привершинные части склонов полностью проморожены до глубины 100—120 м при температуре до -3 — -4°C . В днище долины руч. Таежный мерзлые породы распространены обычно в виде небольших островов в пределах развития многолетних бугров пучения. Площадь таких островов обычно составляет первые сотни квадратных метров. Мощность ММП достигает 20 м, а их температура изменяется от 0 до -1°C .

Данный участок является наиболее показательным в отношении антропогенного воздействия на окружающую среду. Начавшиеся в конце 40-х годов первые нарушения были связаны главным образом с площадной вырубкой леса в долине и в верхней части северо-восточного склона, с началом отработки месторождения полезных ископаемых и формированием карьера и отвалов на приводораздельной части пологого склона. В последующие годы эти нарушения продолжались с увеличением площади вырубок, объемов горных работ и массового бурения скважин. Таким образом, к концу 50-х годов западная и северо-западная части территории подвергались значительному антропогенному нарушению. Здесь сформировался типичный техногенный ландшафт. После двадцатилетнего перерыва на участке возобновились работы, вызвавшие дополнительные нарушения как почвенно-растительного покрова, так и верхних горизонтов горных пород. Сопоставление результатов исследований, характеризующих начальный этап антропогенного воздействия, и современных данных позволило получить количественные оценки происшедших изменений. Остановимся на сравнительной характеристике геокриологических данных, проведенной с привлечением картографических и аэрофотоматериалов разных этапов мерзлотной съемки.

Судя по результатам геокриологических исследований начального периода освоения, ММП в пределах участка были приурочены главным образом к наиболее приподнятым водораздельным пространствам и совершенно отсутствовали в долинах водотоков.

По результатам возобновившихся в начале 80-х годов геокриологических исследований [Дорофеев и др., 1983], полученным с привлечением ландшафтно-криоиндикационного метода и новейших аэрофотоснимков, составлена новая мерзлотная карта (рис. 16). Судя по ней, геокриологическая обстановка за период освоения существенно изменилась. В настоящее время ММП имеют массивно-островное распространение и приурочены уже не только к водораздельным пространствам выше 1200 м, но и к отдельным избыточно увлажненным участкам днщ долин водотоков. При этом мощность ММП варьирует от 10—15 м в долинах и на

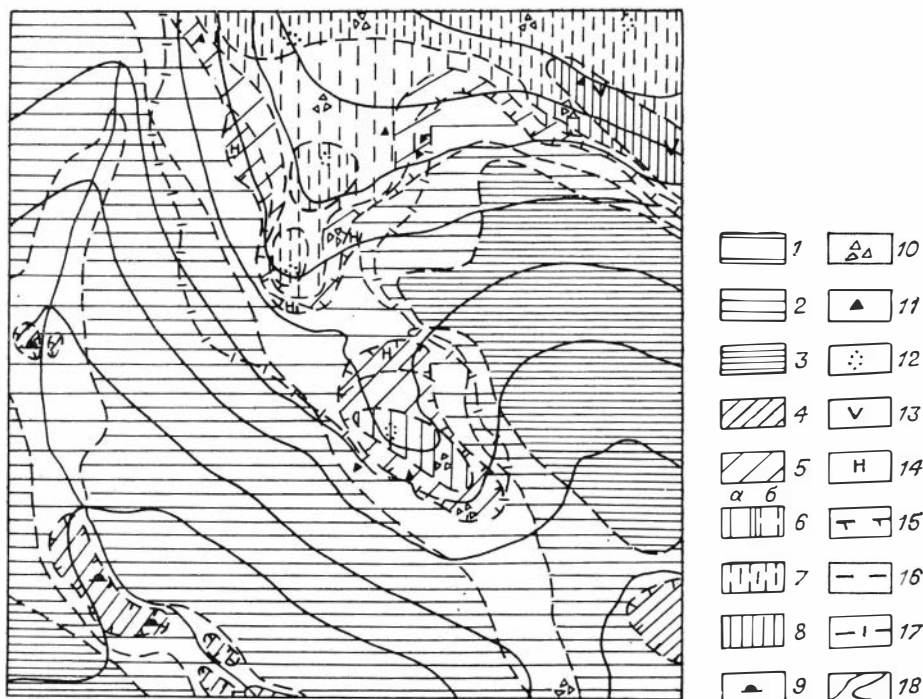


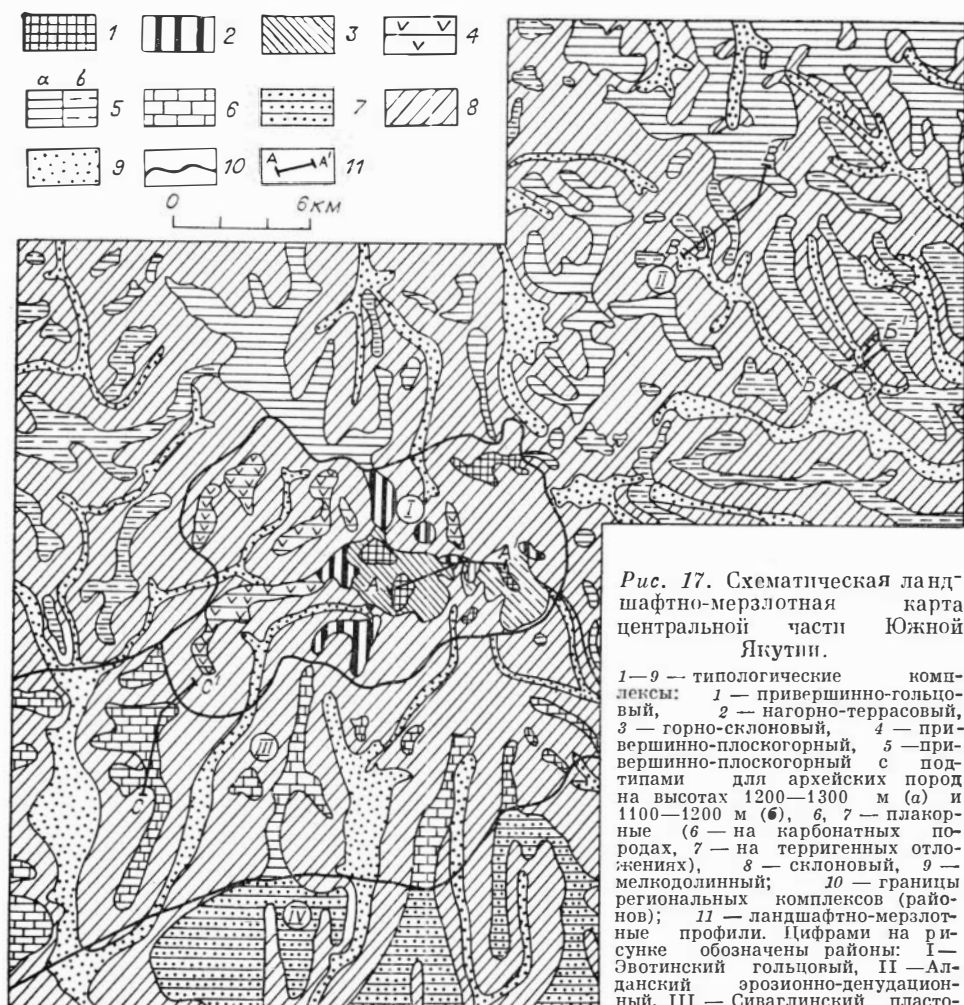
Рис. 16. Геокриологическая карта ключевого участка.

1—3 — температура (град.) талых пород: 1—0—0,5; 2—0,5—1; 3—1—1,5; 4—8 — температура (град.) (мощность, м) ММП: 4 — от 0 до —0,2 (по 20); 5 — от —0,2 до —0,5 (20—50); 6 — от —0,5 до —2 (50—100); 7 — от —2 до —4 (100—150); 8 — от —3 до —4,5 (150—250); 9—13 — криогенные образования и явления: 9 — многолетние бугры пучения, 10 — каменные многоугольники, 11 — каменные развалы, курумы, 12 — пятна-медальоны, 13 — гольцовый лед, 14 — участки новообразования ММП; 15 — граница ММП; 16, 17 — границы участков с различной температурой горных пород (мерзлых и талых) и мощностью ММП (16) и участков с островами ММП и глубокого сезонного промерзания (17); 18 — формные линии рельефа.

склонах до 200—250 м на водоразделах, а их температура — соответственно от —0,1 до —4,5°C.

Сопоставление геокриологических ситуаций позволяет наметить тенденцию динамики мерзлых толщ. Разнообразное антропогенное воздействие, сопровождающееся площадным уничтожением растительности и вызывающее неравномерность в распределении мощности и плотности снега и изменение условий промерзания, привело к существенному изменению геокриологической обстановки. Изменения максимальны на северо-восточных склонах, где граница ММП спустилась вниз на 200—250 м, отражая увеличение площадей развития ММП. На данных склонах, как свидетельствуют инструментальные наблюдения, мощность ММП составляет в среднем 20—30 м при температуре —0,2... —0,5°C.

То же самое, но в меньших масштабах, происходило и на северных склонах, где граница ММП в настоящее время проходит на 100—150 м ниже ее прежнего положения. Еще незначительнее увеличилась площадь развития ММП на элементах рельефа, где нарушения поверхностных условий менее масштабны. В то же время довольно существенные изменения аналогичного характера в распространении ММП произошли в пределах выположенной водораздельной поверхности в центральной части территории. Здесь граница мерзлых пород сместилась в сторону талого массива на 100—200 м, а мощность сформировавшихся ММП составляет 10—15 м при температуре —0,1... —0,2°C. В настоящее время процесс новообразования ММП на многих участках района ввиду продолжающихся нарушений поверхностных условий теплообмена происходит все с той же аградационной направленностью.



Таким образом, критический анализ топографических, аэрокосмических и мерзлотных материалов различных стадий освоения позволяет проследить, а при необходимости и картографически отобразить, динамику мерзлых пород территории в процессе антропогенного воздействия.

Результаты аналогичных исследований, проведенных в других частях территории, позволили составить для нее ландшафтно-криоиндикационную схему, а на ее основе и с широким привлечением материалов дистанционных съемок — схематическую ландшафтно-мерзлотную карту (рис. 17)*.

С учетом геолого-геоморфологического строения территории, определяющего разнообразие условий тепло- и влагообмена в системе приземный слой атмосферы — верхние горизонты горных пород и в конечном счете пестроту геокриологической обстановки, в ее пределах выделено четыре района (см. рис. 17).

Первый из них — Эвотинский гольцовый массив сплошных многолетнемерзлых пород — уже судя по названию характеризуется наиболее суровыми мерзлотными условиями, отражающими соответствующую природную обстановку в целом. Практически сплошные массивы многолетне-

* Ландшафтная часть исследования выполнена сотрудником Института мерзлотоведения СО АН СССР А. Н. Федоровым.

мерзлых пород имеют здесь мощность от нескольких десятков метров в днищах долин до 300—500 м на вершинах гольцов, где температура горных пород достигает -6°C , а возможно, и ниже. Развитые с высотных отметок 1150—1250 м гольцовые ландшафты с горно-тундровыми растительными сообществами хорошо дешифрируются на черно-белых среднемасштабных космических снимках, заметно выделяясь среди окружающих горно-таежных ландшафтов. Так, сплошные каменные поля, покрывающие наиболее приподнятые участки, фиксируются по светло-серому фототону и овальной форме фотоизображения. Окаймляющим горные пустыни ландшафтам с кустарниковой растительностью свойствен более темный фототон с пятнистой и точечной структурой изображения. При этом хорошо увлажненным участкам склонов с активно протекающей солифлюкцией соответствует пятнисто-полосчатая или концентрически округлая структура изображения, а речным долинам с зарослями кустарников и редколесьем горной тайги — линейные формы темных тонов с осветленными пятнами наледных полей и белыми — непосредственно наледей.

Алданское эрозионно-денудационное плоскогорье характеризуется асимметричным развитием прерывистых многолетнемерзлых пород (см. рис. 17). В южной части в условиях слабо расчлененного рельефа (абсолютные отметки 1000—1150 м) многолетнемерзлые породы развиты повсеместно, причем их максимальная мощность 100—150 м и минимальная температура -2°C свойственны низким террасам, а к водоразделам происходит смягчение геокриологических условий.

Более контрастная мерзлотная обстановка отмечается в расчлененной северной части района с абсолютными отметками от 1030 до 1300 м. Здесь в привершинных частях крутых склонов и на господствующих водоразделах отмечаются мерзлые толщи мощностью до 250 м при температуре $-4,5^{\circ}\text{C}$, соседствующие с немерзлыми породами с температурой до $1,5^{\circ}\text{C}$ на склонах южных ориентаций. Нижние части склонов и надпойменные террасы также подвержены многолетнему промерзанию до глубины около 100 м.

На черно-белых космоснимках Алданское плоскогорье отличается более темным по сравнению с Эвотинским массивом фототонном, нарушенным осветленными пятнами с точечной структурой рисунка на участках гольцовых ландшафтов в пределах водораздельных пространств и наледных полей в долинах. Пятна и полосы более темного цвета свойственны участкам еловых и елово-лиственничных лесов на приобтовых частях долин в верховьях водотоков, сложенных немерзлыми породами. Более однородный темно-серый фототон характерен для выположенных склонов и водоразделов с лиственничным редколесьем. Участки сплошных многолетнемерзлых пород фиксируются по более темному фототону заболоченных долин с осоковыми и осоково-моховыми растительными сообществами. Широко развиты пирогенные и антропогенные ландшафты с восстанавливающейся растительностью, отраженные на снимках осветленными пятнами и полосами с точечным рисунком.

Сивагинское пластово-цокольное плато островных и массивно-островных многолетнемерзлых пород (см. рис. 17) отличается их приуроченностью к долинам водотоков и отсутствием на водоразделах, причем развитие крупных массивов немерзлых пород здесь, как и обычно в пределах пород карбонатной формации в Южной Якутии, связано с широким распространением карстовых процессов. При этом мощность мерзлой толщи изменяется от 10 до 40 м при температуре не ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$, повышающейся в пределах немерзлых пород до $1,8^{\circ}\text{C}$.

На космических снимках район имеет более темный по сравнению с предшествующим фототон с темно-серой тональностью и монотонной структурой рисунка для обширных водораздельных пространств и участков долин с еловым и елово-лиственничным лесом. Некоторое осветление фото-

тона с пятнистым рисунком изображения наблюдается в наиболее приподнятой северо-восточной части территории, где вышеназванные леса в пределах склонов сменяются на водоразделах разреженным лиственничным древостоем и зарослями кедрового стланика по каменным развалам.

Чульманское пластово-ступенчатое плато массивно-островных и островных многолетнемерзлых пород (см. рис. 17) характеризуется их приуроченностью к нижнему ярусу рельефа. Практически отсутствуя на южных, на склонах северных ориентаций мерзлые толщи могут подниматься до водоразделов. Максимальная мощность мерзлой толщи — 80—100 м при температуре до -2° — свойственна подножьям северных склонов и затененным днищам долин в верховьях водотоков.

Характер и структура фотоизображения района близки рассмотренному выше Сиваглинскому плато. Являющийся интегральным изображением сосновых лесов на водоразделах и склонах с мохово-травянистой растительностью в сильно увлажненных долинах, серый фототон приобретает темный оттенок в отдельных долинах с массивами елово-лиственничных лесов. Более светлый по сравнению с фоновым тон соответствует ерниковым склонам и сухим участкам долин, а слабый светло-серый крап — господствующим водораздельным пространствам с разреженным кедровым стлаником.

Приведенные данные показывают, что в настоящее время основные принципы использования аэрокосмической информации при геоэкологических исследованиях можно считать общепринятыми, а на повестку дня ставится вопрос о подборе наиболее информативных материалов дистанционного зондирования, в том числе новых видов съемок.

Опыт предшествующих исследований [Гаврилов, 1980; Гаврилов, Кондратьева, 1982; Некрасов, 1981; Некрасов и др., 1979; Дорофеев и др., 1983; и др.] показал высокую информативность многозональных снимков, существенно возрастающую при использовании специальной синтезирующей аппаратуры, позволяющей получать как близкое к естественному, так и особоконтрастное псевдоцветное изображение. Это дает возможность зафиксировать даже небольшие отличия спектральной яркости, плохо различимые при обычной цветной и даже спектральнозональной съемке, но совершенно отчетливо выявляющиеся в процессе синтезирования, и достаточно уверенно устанавливать географические закономерности и своеобразие ландшафтной структуры природных комплексов [Гаврилов, 1979].

Это своеобразие довольно отчетливо прослеживается и на цветных среднемасштабных спектральнозональных снимках, где выражается в яркой гамме контрастных цветов, выдержанных для каждого типа местности в определенной тональности. И хотя цвета спектральнозональных снимков не передают действительного содержания природных комплексов, но своей контрастностью отчетливо подчеркивают его неоднородность.

Наиболее ответственным этапом дешифрирования спектральнозональных снимков является переход от условных цветов к действительному содержанию изображения. Весьма рационально на этом этапе использование специальной переходной шкалы, составленной путем подбора цветов спектра и прилагаемой к комплекту снимков, сделанных в едином режиме для определенной территории.

Дешифрируемость различных объектов на спектральнозональных снимках весьма различна. Не вникая в детали этого специального вопроса, отметим, что, учитывая свойства спектральнозональной пленки, время и объект съемки, можно предполагать, что наиболее информативна для решения задач мерзлотного картографирования пленка СН-23. Однако и пленка СН-8, как показывают результаты исследований в Южной Якутии [Некрасов, Петропавловская, 1983], достаточно информативна и может успешно использоваться при мерзлотных исследованиях [Некрасов и др., 1983].

Сравнительно новым и весьма перспективным видом исследований является тепловая ИК-съемка — существенное дополнение к обычным фотографическим методам. Работы последних лет [Антыпко, Садов, 1979; Шилин, 1980; Тепловая аэросъемка..., 1984] доказывают, что данный метод экспрессивной регистрации температурного поля поверхности в виде теплового снимка позволяет получить принципиально новую, конкретизирующую традиционные наземные геотермические и упоминавшиеся дистанционные фотографические методы информацию.

Учитывая, что температура грунтов является чувствительным индикатором их влажности, которая, в свою очередь, в значительной степени отражает пространственные закономерности промерзания, тепловые снимки с летательных аппаратов могут успешно использоваться при изучении динамики данной характеристики.

В частности, за счет быстрого радиационного выхолаживания суши, обусловленного температурной инверсией в системе вода — суша и отчетливо прослеживающегося на тепловом снимке в виде теплых (светлых) тонов, появилась возможность фиксировать участки сильного увлажнения грунтов. Подобное явление в районах островного распространения многолетнемерзлых пород обычно связано с их развитием и экранирующим противонифльтрационным эффектом.

Кроме тепловой, в последние годы в практику инженерно-геологических исследований все шире внедряются такие прогрессивные виды съемки, как радиолокационная, которая пока хотя и находится в стадии опытных работ, но по ряду прямых (характер фототона, наличие болот) и косвенных (растительный покров) признаков уже позволяет фиксировать гидрологические условия территории [Методические рекомендации..., 1982].

Весьма эффективен и разработанный в Институте радиоэлектроники АН СССР пассивный РЛ-метод, основанный на применении сверхвысоко-частотного (СВЧ) радиометрического влагомера, принцип которого заключается в зависимости характеристик собственно электромагнитного излучения почвогрунтов от их естественной влажности [Реутов и др., 1982]. Прибор может использоваться как в наземном варианте, так и с носителей типа самолета-лаборатории или ИСЗ.

На основе приведенных данных можно заключить, что привлечение аэрокосмической информации рационально на всех этапах геокриологических исследований и позволяет уже в камеральный предполетный период составить предварительные варианты ландшафтной и ландшафтно-криоиндикационной схем и непосредственно мерзлотной карты, детализировать и уточнить все эти материалы в процессе полевых работ с большой экономией средств, в камеральный послеполетный период в минимальные сроки представить окончательные более информативные по сравнению с составленными традиционными методами варианты схем и карт.

Набор картографических и аэрокосмических материалов позволяет изучить современную картину распространения мерзлых толщ, проследить их динамику на различных стадиях антропогенного воздействия и приступить к составлению научно обоснованного геокриологического прогноза.

Часть III

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОСМИЧЕСКОЙ АНТРОПОЭКОЛОГИИ

ГЛАВА I

КОСМИЧЕСКАЯ АНТРОПОЭКОЛОГИЯ — ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшее развитие социалистической общественной системы требует решения многообразных комплексных задач экономического, социального, политического, культурного, научного характера. В этой связи в материалах ЦК КПСС к XXVII съезду КПСС справедливо подчеркивается: «Высшей целью экономической стратегии партии был и остается неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа. Реализация этой цели в предстоящем периоде требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса»*. В положениях, вытекающих из данной формулировки, выделены направления развития науки и общественной практики, необходимые для ускорения научно-технического прогресса, активизации человеческого фактора. Реализация поставленных задач социально-экономического развития СССР на период до 2000 г. возможна лишь при неуклонном росте производительности труда, совершенствовании агропромышленного комплекса страны в целом. Такое опережающее социально-экономическое строительство имеет прочную опору в современных достижениях науки и механизмах реализации достижений науки в практике. Дальнейшее совершенствование общественных отношений, научно обоснованное их регулирование также являются важнейшей гарантией экономического успеха.

Вклад советской науки в решение таких крупных и сложных задач означает использование всего арсенала средств научно-технической революции, интеграцию усилий общественных, естественных, технических наук при подходе к актуальным, комплексным проблемам. Последнее закономерно, поскольку комплексные проблемы, возникающие сегодня перед наукой, требуют исследования различных сочетаний социально-исторических и естественно-природных закономерностей, каковы, например, взаимосвязи общества и природной среды [Будыко, 1977].

Актуальные комплексные проблемы такого рода начинают изучаться на многих уровнях организации материального мира, включая природную среду планеты Земля, общество и самого человека, его биосоциальную жизнедеятельность и его здоровье, притом не только в отношении настоящего, но и в отношении будущих поколений.

Необходимость комплексного исследования этих явлений определяется особенностями глобальных преобразований биосферы Земли, освоением ранее малонаселенных регионов планеты, значительными социально-экономическими и техногенными изменениями. Может быть выделен ряд особенностей, характеризующих процессы преобразования биосферы.

1. Процессы хозяйственно-экономической, промышленной, агропромышленной, энергетической, транспортной, рекреационной и иной дифференцировки крупных участков биосферы как на поверхности суши, так в морях и океанах (особенно в прибрежной зоне шельфа).

* Правда. — 1985. — 9 нояб.

2. Нарастающая энерговооруженность производства в регионах биосферы, где происходят дифференцировка, создание масштабных региональных и глобальных транспортных систем по переброске энергоресурсов. Примерами являются мощные линии электропередач, перевозка жидкого топлива на гигантских по емкости танкерах, перегонка его по трубопроводам и т. д.

3. Нарастание локальных, региональных и глобальных демографических изменений, «втягивание» масс народонаселения в урбанизированные зоны, городские агломерации, увеличение миграционных потоков людей.

4. Увеличение транспортных потоков производственных материалов и пищевых ресурсов, что существенно изменяет длительно складывающиеся связи населения с окружающей средой в ряде регионов.

5. Рост процессов урбанизации, возникновение городов-гигантов (мегаполисов) и городских агломераций.

6. Антропогенные изменения внешней среды, включая водные регионы естественных гидросистем, преобразования рельефа, увеличение числа территорий, занятых под открытые горные разработки угля и других природных ресурсов, локальные и региональные изменения климата и т. д.

Указанные процессы вызывают значительные изменения демографических процессов, в определенной степени изменяют сложившуюся структуру популяций, затрагивают исторически сложившиеся свойства и характеристики человеческих популяций, пределы адаптивных механизмов и функциональные медико-биологические механизмы и системы, складывающиеся на протяжении социально-исторической эволюции человека. Существенно усложняется решение вопросов долгосрочных медико-биологических прогнозов здоровья настоящего и будущих поколений.

Возникает необходимость дальнейшей разработки критериев оценки состояния здоровья людей различных возрастных групп и в целом крупных групп населения, выявления взаимосвязей состояния здоровья и его изменений (устомления, напряжения, предпатологических состояний, наконец, патологии) и преобразований, происходящих в биосфере Земли, прогнозирования и разработки эффективных практических рекомендаций (первичной, вторичной профилактики здоровья), гарантирующих не только снижение заболеваемости на уровне популяций, но и совершенствование их социального, психофизиологического и биологического здоровья.

Перечисленные проблемы в настоящее время становятся объектом изучения в рамках растущего научного направления — экологии человека. Мы определяем это направление как новую комплексную науку. Она изучает закономерности взаимодействия людей с окружающей средой, вопросы развития народонаселения, сохранения и развития здоровья, совершенствования физических и психических возможностей человека. Очевидно, в экологии человека, в ее фундаментальных направлениях должен преобладать социально-целевой принцип. Это закономерно, поскольку объективное содержание предмета этой науки составляет изучение взаимодействия человека со средой. Важной задачей экологии человека является раскрытие закономерностей производственно-экономического, целевого освоения и преобразования разнообразных географических регионов Земли в условиях НТР, под воздействием социальной деятельности человека, а также изучение естественных законов сохранения и развития здоровья людей (народонаселения) в ходе такого освоения.

Вместе с тем становится все более очевидным, что проблемы экологии человека не могут сводиться к геоцентрическому пониманию биосферы Земли. Биосфера нашей планеты неразрывно связана с окружающим ее космическим пространством, во многом определяется космическими излучениями и процессами (прежде всего излучением Солнца). На эту специфику планетарных процессов в теоретическом плане давно указывали

такие выдающиеся советские ученые, как В. И. Вернадский, А. Л. Чижевский, К. Э. Циолковский. Детальное обоснование эта точка зрения получает по мере проникновения человека в космос, все большей космизации его социальной деятельности. Благодаря исследованиям, уже четверть века осуществляемым советской космонавтикой, получены многочисленные новые данные о связи земных и космических процессов.

Так, в настоящее время расширяется фронт научных исследований, концентрирующих внимание на влиянии солнечной активности на земные биологические объекты, включая самого человека. Выяснилось, в частности, что слабые электромагнитные поля, создаваемые солнечным излучением на поверхности Земли, способны оказывать значительное действие на процессы, происходящие в биосистемах. Это объясняется близостью их частот к основным биологическим ритмам организмов. Выявлены клинические эффекты процессов солнечной активности на такие патологические процессы, как сердечно-сосудистые заболевания, различные инфекционные процессы и т. д.

Начало этому фронту исследований было положено А. Л. Чижевским. Он использовал развивающиеся В. И. Вернадским представления о биосфере как области распространения жизни на Земле и впервые ввел представление о компенсаторно-защитной роли биосферы [Чижевский, 1976].

Эти теоретические представления и соответствующие им результаты научных исследований с течением времени приобретают все большую актуальность. В ходе осуществления научно-технической революции человечество все глубже вмешивается в природные космопланетарные процессы. Преобразования, определяемые человеческой деятельностью, со все большей интенсивностью влияют на естественно-природные процессы в биосфере и могут приводить к появлению новых и интенсификации прежних экологических факторов, важных для жизнедеятельности самого человека, для сохранения и развития его здоровья. Среди подобных факторов немаловажны и те, которые связаны с космическими процессами (солнечной радиацией, излучениями, приходящими из дальнего космоса, физическими полями и потоками частиц, определяемых особенностями физического строения Вселенной).

Космические научные представления В. И. Вернадского, А. Л. Чижевского, К. Э. Циолковского и их дальнейшее развитие в современном естествознании со всей ясностью указывают, что человечество кардинально преобразует биосферу, земное и околоземное космическое пространство. Но тем самым человечество берет на себя ответственность за поддержание и планирование многих важнейших биосферных процессов и механизмов, в том числе за компенсаторную функцию биосферы, значение которой, как мы уже отмечали, проанализировал еще А. Л. Чижевский.

Возникает ответственная задача не только сохранения, но и дальнейшего развития и преобразования биосферы в интересах человечества не путем длительной, совершающейся в масштабах геологического времени, полной противоречий, естественно-природной эволюции, а на основе достижений современной научно-технической революции. Это тем более важно, что пока человечество не оказывало столь глобального преобразующего влияния на окружающую среду, его биосоциальная жизнедеятельность, сохранность его здоровья, многие важные ресурсы жизнеобеспечения также гарантировались компенсаторными функциями биосферы. Среди таких параметров биосоциальной жизнедеятельности фигурирует и ряд наиболее ответственных взаимодействий с космическими материально-энергетическими потоками (космические излучения, электромагнитная околоземная среда и т. д.).

Ныне становится все более ясно, что указанные функции биосферы должны изучаться и планироваться современной наукой. Особенно очевидно это стало с появлением космических методов исследования земного

и околоземного пространства, тяготеющих к комплексу наук, обозначаемых ныне как космическое земледевие.

Научные достижения этого рода показывают все возрастающие грандиозные масштабы взаимосвязи и теснейшего взаимодействия жизни на Земле (в том числе самого человека) и процессов, протекающих в ближнем и дальнем космосе. Космизация современной науки отражает закономерности прогрессивного развития человека и его потребностей, выражает в соответствии с социально-историческим актуальным заказом общества насущные первоочередные потребности в сохранении и развитии жизни на Земле сегодня.

В соответствии с явлениями космизации экология человека в возрастающей степени превращается в важнейший раздел более объемлющей комплексной науки — космической антропоэкологии. Биосферные и техносферные системы, защищающие людей от действия космических факторов, во все большей степени приобретают облик космических явлений.

Тем самым разделение экологии человека на земную и космическую ныне становится достаточно условным. Земная экология в естественно-историческом аспекте глубоко выражает универсальную, космическую сущность человечества. Таким образом, космическая антропоэкология — это дальнейшее, качественно новое развитие экологии человека. Если экология человека исследует закономерности взаимодействия человека, популяций людей с окружающей средой, то космическая антропоэкология — это комплекс наук о среде обитания, о здоровье, эволюции человека в земных и неземных условиях космического пространства.

Экология человека в настоящее время все более становится центром, вокруг которого концентрируются фундаментальные и научно-практические проблемы глобальной и региональной экологии. Подобно этому, космическая антропоэкология станет фокусом, вокруг которого сосредоточатся проблемы космического земледевия. Это научное направление может быть определено в соответствии с положениями, высказанными академиком А. Л. Яншиным [1982]. Вокруг космической антропоэкологии будут сосредотачиваться новые пути развития естествознания. Это приведет к творческому обогащению многих направлений науки и практики, притом в масштабах, которые сегодня мы, вероятно, не можем оценить и предвидеть в полной мере.

В научно-исследовательской программе, намеченной А. В. Сидоренко в 1980 г., в качестве основы развития космического природоохранения выделен ряд основных направлений. Здесь предусмотрено изучение глобальных и локальных структур земной коры, динамики геолого-географических процессов, прогнозирование биологической продуктивности акваторий, состояния лесных ресурсов, контроль за процессами и состоянием загрязнений биосферы. Вместе с тем уже сейчас очевидно, что все эти и иные вопросы космического природоохранения требуют привлечения прогностических критериев, среди которых важнейшее значение имеют показатели состояния здоровья населения.

Без таких показателей любые достаточно масштабные мероприятия в космическом земледевии будут, вероятно, сдерживаться или же вообще могут не получить эффективного решения. Методы космической антропоэкологии открывают новые принципиальные возможности контроля и управления здоровьем крупных групп населения. Таким образом, в современных научно-исследовательских программах изучению преобразований биосферы, жизнедеятельности самого человека, космической антропоэкологии принадлежит не только важная теоретическая и научно-практическая роль, но и определяющее значение при формировании перспектив планетарно-космических исследований [Сидоренко, 1981].

Следует особо выделить региональный аспект антропоэкологических исследований. В Сибири эти исследования, носящие комплексный характер, осуществляются на основе сотрудничества геологов, биологов и меди-

ков. Многие годы эти исследования проводились под активным руководством вице-президента АН СССР, академика А. Л. Яншина. В рамках региональной, комплексной программы «Сибирь» осуществляются крупные научно-практические мероприятия. Внимание ученых-медиков Сибирского отделения АМН СССР сосредоточено на проблемах, связанных с задачами совершенствования здоровья населения Сибири, особенно в районах нового освоения. Изучение специфического сочетания космопланетарных факторов, влияющих на состояние здоровья населения в этих районах, — важнейшая комплексная проблема.

Г Л А В А 2

КОСМИЧЕСКАЯ АНТРОПОЭКОЛОГИЯ — НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

ИСХОДНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Цели и задачи исследований по космической антропоэкологии широко обсуждались на I Всесоюзном совещании, посвященном этому комплексному научному направлению (г. Новосибирск, 1982 г.), и вновь были сформулированы на II Всесоюзном совещании (г. Ленинград, 1984 г.). Это и другие комплексные направления в науке (экология человека, глобальная экология, космическое земледелие и т. д.) возникают и формируются по мере развития научно-технической революции, внедрения ее достижений в общественную практику, в ходе связанных с этим процессов космизации деятельности человека и т. д. [Будыко, 1977; Гвишиани, 1981; Гурвич, 1944; Долгов, Зельдович, 1982].

Требуется высокая научно-практическая отдача этих современных, комплексных направлений в науке. В решении этой задачи современным фундаментальным и научно-практическим направлениям отводится первостепенное значение.

Важнейшую роль в настоящее время играют исследования и реализация научно-практических разработок, связанных с космизацией и использованием космоса в мирных целях. В частности, это необходимо при организации мониторинга, космических исследований на восточных территориях страны и т. д. С большой силой значимость этих разработок подчеркивалась вице-президентом АН СССР, академиком А. Л. Яншиным: «В СССР ученые, инженеры, летчики-космонавты осваивают космос в мирных целях. В этом проявляется гуманистический характер всех наших научных исследований. Космические методы используются для изучения глобальных природных явлений, познания природных ресурсов нашей страны. Нужно, чтобы космос служил и на благо здоровья населения Земли» [Яншин, 1982, с. 4].

Изучение преобразования биосферы в ходе научно-технических революций, исследование связанных с этим проблем сохранения и развития здоровья народонаселения неотрывны от космических факторов. Последние составляют важнейшую часть экологических факторов, которые воздействуют на человека, популяции и народонаселение планеты в целом. Земные условия жизнедеятельности человека фактически представляют набор биосферно-космических площадок, в пределах которых значительная часть важнейших биосферных процессов регулируется космическими явлениями и процессами. Особое место здесь принадлежит солнечно-земным связям.

Особенно ясной становится роль космических факторов по мере развития аэрокосмических средств исследований, все более совершенст-

ваемых в ходе научно-технической революции. НТР неизмеримо увеличивает энерговооруженность общества, позволяет осуществить масштабные преобразования крупных территорий планеты. Значительные изменения природных, планетарных условий приводят к тому, что биосферно-космические площадки (в первую очередь территории стока крупных рек), где обитает человек, во все большей степени выдвигаются в космос. Из этого следует, что компенсаторно-защитные функции, которые прежде осуществлялись естественно-природными механизмами биосферы, теперь должны в большей степени осуществляться самим человеком.

Эти новые явления приводят к тому, что экологическая проблема также подвергается космизации, получает особое, важнейшее «космическое измерение». Так, проблемы земной экологии человека в значительной мере становятся проблемами космической антропоэкологии, или науки о жизнедеятельности, сохранении и развитии человеческого здоровья в земных и неземных условиях космического пространства.

Перечисленные выше концептуальные положения могут рассматриваться как исходные характеристики предмета космической антропоэкологии. Из них вытекает постановка фундаментальных исследований и научно-практических разработок, которые призвана решать эта наука. Выделим несколько направлений, по которым могут осуществляться указанные исследования и разработки.

БАССЕЙНОВО-СОЛНЕЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ БИОСФЕРЫ КАК БИОТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Изложенные естественно-научные теоретические концепции и экспериментальные факты выражают один из возможных подходов к проблемам космической антропоэкологии, к задачам развития здоровья человека в эпоху космизации человеческой деятельности и осуществления грандиозных преобразований планеты на основе достижений НТР. Вскрытие роли космопланетарных электромагнитных полей (ЭМП) для организованности биосистем (клеток, многоклеточных организмов), живого вещества в целом может рассматриваться как один из центров сосредоточения исследовательских усилий [Казначеев, 1965; Казначеев, Михайлова, 1985].

Другой возможный подход к задачам космической антропоэкологии состоит в выявлении взаимосвязанных единиц организованности биосферы, в рамках которых реализуются естественно-природные процессы взаимодействия живого, косного и биокосного вещества. Ранее отмечалось, что в качестве таких единиц могут выступать бассейново-солнечные единицы биосферы — БСЕ [Казначеев, 1982, 1983, 1985].

Каковы естественно-научные основы, свидетельствующие в пользу оправданности такого выбора?

В современной геофизической и геохимической литературе, в работах по термодинамике Земли достаточно подробно описаны многочисленные геохимические циклы макро- и микроэлементов во взаимоотношениях живого и косного вещества. Это известные циклы обращения азота, углерода, железа, меди, цинка, серы и т. д. Исследуется и измеряется доля в этих циклах антропогенных факторов (прямые и опосредованные воздействия). Одновременно описаны и термодинамические механизмы планетарного и регионального масштаба: количество поглощения лучевой энергии Солнца, пути превращения этой энергии в нагреве поверхности Земли, испарении, воздушных переносах испарений (масса переноса воды), выпадение этих переносов в результате конденсации паров в водяные потоки (дожди, ливни, туманы) или кристаллизации в виде снега (града). Исследуются переносы не только массы воды, но и величины тепла (перенос тепла или отнятие тепла). В целом процессы испарения, переносов

в высоких слоях атмосферы носят глобальный характер и определяются вращением Земли, положением ее относительно Солнца, контурами материков и океанов.

Рассчитываются также величины поглощения энергии солнечной радиации земными растениями, водорослями, скорости синтеза органической массы, ее дальнейших преобразований, реутилизации. Подробно исследованы величины поглощений и скорости роста биомассы в различных климатических поясах и растительных сообществах (лиственные, хвойные леса умеренного пояса, тропические леса, луга, тундра, лесотундра, акватории озер, рек, морей, океанов).

Ценные научные обобщения и факты получены учеными, занимающимися вопросами пространственной геохимической дифференциации ландшафтов [Ландшафтно-геохимическое районирование..., 1983]. Исследованы глобальные и региональные процессы поглощения и преобразования солнечной энергии косным веществом планеты, глобальные и региональные процессы поглощения солнечной энергии живым веществом биосферы, термодинамические характеристики потоков энергии из недр земли (теплотные потоки).

Возникает ряд вопросов: как связаны все три указанных термодинамических процесса на поверхности Земли, как изменялись и будут изменяться эти взаимосвязи в процессах эволюции, образования биосферы и превращения биосферы в ноосферу, как они изменяются в настоящее время в результате вмешательства человека?

Прежде всего нужно отметить что не сформулирована достаточно перспективная гипотеза таких возможных взаимосвязей. Так, например, есть расчеты альбеда отдельных участков географической оболочки, изменения степени отражения и зависимости от этого процессов поглощения солнечной энергии покровами земли, исследуется значение в термодинамических процессах так называемого парникового эффекта. Однако при всех этих интересных и важных расчетах роль биосферы, ее отдельных участков в определенной степени учитывается пассивно, в лучшем случае рассматриваются последствия таких эффектов. Одним из первых исследователей, поставивших вопрос о возможной роли биосферы в регулировании термодинамических глобальных процессов на поверхности земли, был А. Л. Чижевский. Он указывал на важную роль флоры и фауны (биосферы) в регулировании величин солнечной радиации, которая проликает на поверхность земли, и процессов ее поглощения. А. Л. Чижевский называл эту функцию биосферы компенсаторно-буферной, подчеркивая, что в периоды высокой солнечной активности, солнечных, астрокосмических «приливов» потоков энергии живое вещество биосферы смягчает, «охраняет» поверхность Земли от повышенной солнечно-космической радиации. Эта гипотеза в дальнейшем получила развитие в связи с изучением защитной роли озонового экрана. Последний, однако, лишь отдельное важное звено общей, все еще малоизвестной нам совокупности планетарных процессов.

Прежде мы высказывали представление о том, что вслед за глобальным уровнем рассмотрения закономерностей биосферы, таксономической единицей ее первого ранга на материках следует считать бассейны крупных рек, впадающих в моря, океаны или крупные замкнутые бассейны [Казначеев, 1982]. Такие планетарно-космические площадки в настоящее время подвергаются наиболее интенсивному антропогенному воздействию (преобразование, загрязнение, обеднение и т. д.). Известно, что меньшая доля технических выбросов в отдельных районах планеты распространяется в потоках высоких атмосферных переносов. Все остальные массы загрязняющего (балластного) материала распространяются прямо или косвенно с водными потоками (воздушные, надземные, подземные), концентрируются по руслу стока бассейновой площадки, включая дельту и прилегающую часть шельфа. В дальнейшем выносы в воды шельфа рас-

пределяются в зависимости от прибрежных шельфовых течений, градиентов солености, температуры, водной флоры и фауны. Истоки, корневые части бассейновой площадки распределяются по границам водоразделов и чрезвычайно важно, по какую сторону такой границы осуществляется техногенное загрязнение. Известны и локальные (вдоль бассейнов) закономерные переносы воздушных масс в виде туманов, дождевых, снеговых масс. Мы указывали на то, что термодинамика бассейновой единицы существенно зависит от периодов солнечной активности (21—22-летний солнечный цикл). Именно поэтому таксономическая единица материковой части поверхности планеты получила название бассейново-солнечной единицы биосферы. Таким образом, эта единица имеет пространственно-временную размерность, которая определяется солнечно-земными связями и геологическими закономерностями.

Естественно, что профиль бассейновой площадки, величина ее наклона, глубина, углы стоков, ориентация по странам света и т. д. есть результат эволюции литосферы материков. Такая эволюция, как указывал В. И. Вернадский [1977, 1980], сопровождалась участием живого вещества, которое рассматривалось по значению его воздействия и участия в планетарных процессах как новая геологическая сила. Процессы разрушения, эрозии, формирование осадочных пород, осадочной оболочки в целом он рассматривал как следствие воздействия геологических и биогеохимических сил в истории Земли. Переработанные живым веществом биосферы массы косного вещества и остатки прошлого живого вещества В. И. Вернадский называл былыми биосферами, а само вещество — биокосным. К биокосному веществу он относил и все существующие ныне водные запасы на поверхности материков в морях и океанах. Следовательно, В. И. Вернадский новаторски ставил вопросы о взаимодействии на поверхности Земли энергетических процессов косного и живого вещества, их преобразования и взаимопревращения.

Можно ли рассматривать такое взаимодействие, как территориально-временное наложение двух независимых термодинамических процессов, или мы имеем дело с единой термодинамической системой? Очевидно, следует согласиться с последним представлением. Бассейново-солнечная единица как космическая термодинамическая площадка в глобальной общности планеты открыта для высоких атмосферных и стратосферных переносов. Это хорошо известно. Но в границах водоразделов она может быть выделена и может рассматриваться как относительно самостоятельная термодинамическая система, вписанная в солнечный цикл и планетарные сезонные циклы высоких переносов. В этом ограничении (степень открытости) в бассейне реки в динамике солнечного цикла по климатическим градиентам развивалось ее живое вещество, формировались почвы, растительность, насекомые, животный мир. Часть биосферы, ограниченная границами водоразделов, жила и эволюционировала в соответствии и в зависимости от термодинамической кинетики всей бассейновой площадки как термодинамической системы. Можно полагать, что свойства этого участка биосферы, реализованные в соответствии с солнечно-планетарными и космическими ритмами, характеризовались соответствующими материально-энергетическими потоками, вовлеченными в обмен веществ, в косном веществе водных масс. Это единица биосферы усваивала солнечную энергию и как живая саморегулирующая система (в соответствии с геохимическими принципами, описанными В. И. Вернадским) воздействовала на процессы энергообмена внутри всей бассейновой площадки так, что поступающий поток солнечной радиации (за счет прозрачности атмосферы, затенения поверхности земли, уровня поверхностных, грунтовых вод) поглощался оптимальным образом. Излишние потоки света или тепла рассеивались, наоборот, при недостатке этих потоков максимально нарастали условия их поглощения (например, суммарная площадь поверхности земной массы).

В свете изложенных представлений бассейново-солнечную единицу биосферы следует рассматривать как особую региональную термодинамическую биосферно-планетарно-солнечную систему, где существенная регулирующая роль принадлежит живому веществу. Закономерности функционирования таких систем и их взаимодействий на территории материков остаются малоисследованными. Изучения отдельных биогеохимических циклов или процессов (например, климатической динамики) недостаточно, чтобы сформулировать долгосрочный экологический прогноз и оптимальное распределение вынужденных антропогенных воздействий с наименьшей потерей и нарушениями сложившихся природных балансов. Невозможны и большие проекты реконструкции поверхности материков, так как современное планирование опирается лишь на знание слишком частных либо слишком общих глобальных закономерностей экологии.

На современном уровне знаний между глобальной экологией, ее закономерностями и принятыми теперь таксонами биосферы (биогеоценозы, ландшафты, комплексы ландшафтов) отсутствует связующее звено, без которого дальнейшее развитие ряда направлений глобальной, региональной экологии (включая и экологию человека) невозможно и малоперспективно. Например, экологическое прогнозирование участков зоны БАМ не в полной мере перспективно без понимания функции соответствующих бассейново-солнечных единиц Енисея, Лены, Амура. К таким задачам относится и проблема экологии шельфа. Речь идет о новых путях реконструкции поверхности земли, техногенных биогеобионических закономерностях, т. е. о методах управления и усовершенствования солнечно-бассейновых площадок материков в интересах человека с использованием естественных, уже сложившихся в эволюции планеты механизмов энергопереносов, регулирования климата, рекреации, породообразования, использования массы бывших биосфер в новых циклах материало- и энергооборота. Изложенное открывает и новые перспективы в изучении нашей Земли из космоса, оценках и прогнозировании участков биосферы, здоровья населения.

Таковы перспективы исследования новой проблемы, основы которой заложены В. И. Вернадским и А. Л. Чижевским, — проблемы бассейново-солнечных единиц биосферы как термодинамических систем.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ АНТРОПОЭКОЛОГИИ — КОМПЛЕКСНАЯ БИОСФЕРНАЯ ПРОГРАММА

Изложенные выше представления о БСЕ как специфических крупномасштабных естественно-природных единицах биосферы могут иметь важное научно-практическое значение в качестве подхода к изучению биосферных процессов и динамического равновесия биосферы в целом. В этом отношении они могут рассматриваться как часть комплексной научно-исследовательской программы Совета по биосфере при Президиуме АН СССР.

Подчеркнем еще раз, что бассейново-солнечные единицы биосферы выделяются на поверхности материков на основе расположения крупных бассейнов рек с их корневой системой, притоками и шельфовой зоной (по линии водоразделов), а во времени — с учетом динамики косного и живого вещества в солнечных 11—12-летних циклах. Такие биосферные единицы дискретны, могут быть измерены и прогнозированы с учетом различных естественно-природных и технических вмешательств.

Далее, БСЕ в соответствии с определенными естественно-природными закономерностями могут быть объединены в системе более высокого ранга. В подобных системах наличествует особый элемент — географическая местность, в которой берут начало стоки крупных рек, протекающих по территории отдельных БСЕ.

Примером такой объемлющей системы может служить азиатская часть Евразийского материка. Особый элемент этой комплексной системы БСЕ — Тибетское нагорье. Вокруг него концентрируются истоки многих крупных рек, радиально расходящихся по сторонам света и сбрасывающих водные массы на шельфовой зоне трех прилегающих океанов.

Охарактеризуем центральную часть данной комплексной системы БСЕ более детально.

В центре Евразийского материка располагается гигантское высокогорное плато (горная аридная зона), включающее Тибетское нагорье, которое не имеет естественных стоковых бассейнов (основные стоки при таянии ледников и снегов осуществляются в системе местных, главным образом солевых, озер). Нагорье располагается на юге Центральной Азии, в Китае и Индии, простирается на юг до северных предгорий главного Гималайского хребта (Гималаи геологически и геоморфологически входят в состав нагорья), на севере — до северного подножья Куэнь-Луня: на западе — до Припамирской горной области, в которой смыкаются Кара-Корум и Куэнь-Лунь, приблизительно между 75 и 76° в. д.: на востоке — до восточного подножья Сино-Тибетских гор; на юго-востоке — до условной линии, проводимой по 28° с. ш. Площадь нагорья около 2 млн км². В большей части это пустыня и полупустыня, окаймленная и пересеченная многочисленными горными хребтами. Главные вершины поднимаются преимущественно до $6-7$ тыс. м, преобладающая высота межгорных понижений $4-5$ тыс. м. За северной окраиной нагорья — горной системой Куэнь-Лунь — располагается пустыня Такла-Маклан, севернее — горная система Тянь-Шаня, северо-восточнее — пустыни Внутренней Монголии, Монгольский Алтай, Алтай и горная система Саяны. На юге, как указывалось выше, нагорье ограничивают Гималаи.

Географически Тибетское нагорье, Памир и окружающие их горные системы являются единым величайшим в мире природным биосферно-географическим комплексом, эволюционно-геологические и биосферные закономерности которого отражают, по существу, все основные евразийские материковые и глобальные особенности географической оболочки Земли. Весь этот гигантский горный район с бессточной высокогорной чашей связывает в климатическом и гидрологическом плане три океана и в целом является уникальной географо-биосферной системой.

При исследовании этой комплексной географо-биосферной системы весьма перспективен бассейновый подход к трансформации вещества, энергии и информации биосферы в горах, где слой ее чрезвычайно тонок. Бессточная область (чаша) Центральной Азии — самая громадная аридная территория континента и будучи окружена горными цепями Алтая и Гималаев, составляет, по существу, величайшую горную систему Тибет — Памир, сочетая в себе чрезвычайные контрасты биосферных процессов. Здесь биосфера наиболее уязвима, подвержена негативным воздействиям. Здесь аккумулируются фоновые загрязнения, поступающие от трех океанов, покоятся следы древних биосфер.

Исзуемая широтная цепь Альпы — Кавказ может быть замкнута Алтаем. Им же замыкается меридиональная цепь Алтай — Гималаи. Здесь разные условия и следы проявления глобальной тектоники (сдвиги, торшение) и следы покоя. Таким образом, Алтай и Гималаи дают возможность изучить в динамике и взаимодействии живое и косное вещество.

В настоящее время из поля зрения до известной степени выпали горные системы (экосистемы, геосистемы), занимающие большую часть Азии. Истоки рек, климатообразующие центры, уникальные дендро- и гляциологические индикаторы, неизученные рекреационные, медико-географические аспекты и др. требуют внимания ученых для интенсификации горного природопользования.

Интенсификация научных разработок по данной географо-биосферной системе предполагает организацию в ее узловых точках ряда биосферно-космических станций (БКС). Это необходимо с учетом ряда естественно-природных закономерностей.

Во-первых, в этой части «мощность» биосферы, степень ее устойчивости и ранимости находятся в чрезвычайно (предельно) напряженном состоянии и слежение за его уровнем является практически важным подходом к измерению состояния и прогноза биосферы всего Европейского материка и Земли в целом.

Во-вторых, здесь нет пока каких-либо существенных технических засорений, прозрачность атмосферных слоев достигает максимума, и наблюдения за всей системой в целом и ее деталями методом спутниковой информации максимально доступны (посезонное наблюдение за границами снегов и ледников, водными поверхностями, зеленой массой, увлажненностью грунтов, другими физическими показателями).

В-третьих, возможность удобного расположения серии биосферных станций, связанных функционально в одну систему, один центр информации и обработки данных. На биосферных станциях возможен круглосуточный сбор важной информации, часть которой в значительной степени актуальна для подспутниковых (наземных) программ.

В-четвертых, полученная информация может быть связана с динамическими показателями состояния окружающих бассейново-солнечных единиц: бассейны северных стоков (СССР), южных (Индия), восточных (СССР, Китай).

В целом создаются предпосылки для создания крупнейшей регионарной биосферной программы, работа над которой существенно обогатит современную программу моделирования и исследования биосферы.

В программе существенное значение должны занимать прикладные народно-хозяйственные вопросы.

1. Выяснение эколого-географической ситуации и разработка комплексного биосферного прогноза на фоне глобальных научно-технических и производственных тенденций.

2. Изучение и обобщение рациональных способов и приемов природопользования в условиях аридных горных систем.

3. Исследование проблем экологии человека и процессов адаптации в экстремальных условиях гор севера и юга Азии.

4. Сравнительное изучение растительного покрова Алтая и Гималаев, выяснение родственных связей в их историческом прошлом.

5. Ознакомление участников совместных работ с результатами изучения, использования и охраны биосферы в пределах гор Центральной Азии.

6. Укрепление сотрудничества между учеными по вопросам природопользования, дальнейшее развитие интернациональных идей Н. К. Рериха в области археологии, истории и сохранения мира на Земле.

Для осуществления подобных комплексных научных разработок требуются определенные методы реализации, участие конкретных исполнителей, получение целевых, планируемых результатов.

Методы реализации:

1. Наземные работы маршрутных групп, в составе которых должны быть представители главных естественных дисциплин (географы, биогеоценологи, геологи, медики и др.).

2. Работа в стационарах (СССР, Монголия, Индия).

3. Методы подспутниковой и спутниковой информации, использование материалов совместных советско-монгольского и советско-индийского космических полетов.

Участники-исполнители:

1. Методологические разработки — Совет по биосфере, космическая комиссия, комиссия по наследию В. И. Вернадского.

2. Исполнители — Институты АН СССР, СО АН СССР, АМН СССР, СО АМН СССР и др.

Планируемые результаты:

1. Практические рекомендации по учету тренда климата, стоков, биоты и т. д.

2. Методика разработки комплексных схем природопользования в горах.

3. Организация советско-индийской экспедиции в Кулу для согласования совместных перспективных программ.

4. Совместные научно-практические исследования.

5. Опубликование тематических (периодически) сборников и монографий по итогам работ, внедрение научных данных в практику.

Важным условием работы биосферно-космических станций является однородность и синхронность круглосуточных постоянных наблюдений и депонирование необходимого материала для специальных анализов. Станции должны быть подготовленными базами для работы экспедиций.

I. Комплекс физических наблюдений.

1. Геофизические данные об электромагнитных, гравитационных, акустических (включая тиллургические), ионосферных процессах.

2. Планетарно-космические исследования общепланетарных и локальных геомагнитных, ионосферных возмущений, характеристика межпланетных секторных полей, возмущенности локального электромагнитного и других полей в различные фазы астрофизической, солнечной активности и фазы Луны. Изучение физических аномальных явлений в атмосфере и ближнем космосе.

II. Комплекс атмосферно-, гидрофизических и химических исследований.

1. Газовый состав слоя атмосферы, депонирование газовых проб для специального химического и изотопного анализа.

2. Динамическое сезонное исследование физических характеристик дождевой бассейновой воды, снега, льдов. Депонирование проб для специальных химических анализов (химические элементы, металлоорганические комплексы, изотопный состав, органика). Специальный сбор материала для исследований накопления космической пыли и метеоритного вещества.

III. Исследование атмосферы и метеорологические наблюдения.

1. Общепринятый комплекс исследований типа метеорологических станций (специальная программа).

2. Изучение прозрачности атмосферы, включая методы лазерного зондирования. Исследования возможных высокоатмосферных переносов абиогенных, био- и техногенных материалов.

3. Комплексное изучение состояния озонового экрана и активности ультрафиолетовой и других возможных фотохимических реакций в атмосфере.

IV. Исследования географические.

1. Сезонная динамика гидрологических изменений, величина паводковых стоков, характеристика грунтовых вод. Регионарные гидрологические показатели.

2. Изменение эрозионных процессов, динамики наносов и осадковых скоплений, карстовых, оползневых и других явлений.

3. Динамика оледенений, ледниковых процессов.

4. География антропогенной деятельности.

V. Исследования состояния биосферы.

1. Биогеохимические исследования, геохимическое районирование динамики микроэлементов. Изучение мощности и динамики биокосного материала, взятие проб для специальных исследований.

2. Исследования основных показателей почвообразования, позонная характеристика почв (специальная программа).

3. Динамическое наблюдение за почвенным микробным, протозойным, грибковым пейзажем, характеристика лишайников. Депонирование материала для специальных анализов.

4. Изучение растительного царства в сезонной динамике, выбор однотипных (родственных) растительных объектов на биосферных станциях для наблюдений, подготовка гербариев. Характеристика растительного биотопа по энерготрофической взаимосвязи. Изучение миграционных процессов растений.

5. Исследования фауны, ее характеристика по сезонам, наблюдения за однотипными (родственными) представителями, сбор коллекций. Изучение миграционных процессов животных, птиц, насекомых. Характеристика энерготрофических циклов биотопа в целом.

VI. Антропоэкологические исследования.

1. Изучение генофенотипических характеристик коренного и пришлого населения в сезонной динамике. Показатели работоспособности и утомляемости населения (специальная программа).

2. Исследование процессов адаптации у коренного и пришлого населения, включая психологические, эмоционально-эндокринные и другие особенности. Депонирование материала для специальных цитологических, генетических, биохимических исследований.

3. Комплекс антропоэкологических, гигиенических исследований (жилище, одежда, питание и др.).

4. Изучение процессов воспроизводства коренного и пришлого населения (специальная программа).

5. Антропологические культовые социально-этнические исследования.

6. Медицинские исследования процессов стресса, характеристика утомления, специфика заболеваний и природно-очаговой инфекционной патологии, особенности местной традиционной медицины.

7. Изучение лекарственных свойств местной флоры, фауны и минерального материала, рекреационно-лечебных особенностей климата, ландшафтов. Забор материала для специальных исследований.

VII. Палеонтологические и археологические исследования.

1. Изучение местного палеонтологического материала, получение специальных проб для анализа на микроскопическое включение, химический изотопный анализ. Датировка (определение возраста).

2. Археологические поисковые работы по специальной программе.

3. Сбор фольклорно-этнографического материала.

VIII. Экспериментальные наблюдения.

1. В географических целях — реакции типа Пиккарди, Шноля, кристаллообразования и другие физико-химические феномены.

2. Непрерывное наблюдение за тканевыми культурами для обоснования биосферного клеточно-солнечного календаря (метод Казначеева — Михайловой) и поведением бактериальных культур (метод Чижевского — Вельхова).

3. Специальные программы (например, акклиматизация флоры и фауны).

IX. Аэрокосмические исследования.

Организация специальных посезонных, динамических аэрокосмических наблюдений, введение новых физических методов индикации, расширение синтетического биосферного аэрокосмического картирования. Спутниковые данные необходимо обрабатывать с учетом синхронной подспутниковой информации, получаемой на биосферных станциях (специальная комплексная программа).

Для всех групп исследований требуется подготовка максимально автоматизированной серии аппаратуры, расшифровка измерений, адаптированная для машинной обработки, формирования банка данных. Для обобщения и динамического слежения за сбором информации на всех биосферных станциях необходима подготовка единой целевой комплексной про-

граммы «Алтай — Гималаи» с возможным объединением с другими характеристиками окружающих бассейново-солнечных единиц Евразийского материка.

Для каждой биосферной станции требуется 6—7 специалистов и 2—3 подсобных сотрудника, необходима также синхронно работающая радиосвязь с биосферным центром всей программы.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

Выше рассматривались перспективы научно-практических разработок с позиций космической антропоэкологии. Организация биосферно-космических станций для исследования бассейново-солнечных единиц и географических систем является выражением такого рода разработок.

Вместе с тем научно-практические разработки должны осуществляться в соответствии с более масштабными горизонтами видения подходов и проблем, позволяющими усматривать единство и взаимосвязь социально-исторических и естественно-природных космопланетарных процессов.

В предыдущих разделах анализировался ряд подходов к изучению нового комплексного направления в науке — космической антропоэкологии. В настоящее время многие естественно-природные явления, связанные с космизацией человеческой деятельности и углублением знаний о закономерностях космопланетарной эволюции, изучаются в космической биологии и медицине, в аэрокосмических исследованиях, в космическом земледелии и т. д. Эти перспективные, постоянно развивающиеся направления в науке разрабатывались и продолжают разрабатываться целыми научными коллективами.

В том же направлении происходит становление космической антропоэкологии, отличающейся целостным подходом к изучению космопланетарных процессов и концентрирующей усилия на анализе главных аспектов жизнедеятельности человека, связанной с космическими и планетарными особенностями в их единстве. Заметим, что космическая биология и медицина исследуют жизнедеятельность человека в специальных условиях в ближнем и дальнем космосе.

Из постановки проблем в рамках космической антропоэкологии вытекает, например, обращение этой новой комплексной науки к анализу взаимодействия живого вещества в целом, различных типов биосистем, включая организм человека, и многообразных космопланетарных материально-энергетических потоков (электромагнитное поле Земли, потоки солнечной радиации и т. д.). В этом космическая антропоэкология следует за классическим направлением естествознания, сформулированным в работах В. И. Вернадского и А. Л. Чижевского. Очевидно, подобные исследования важны и актуальны в целях первичной профилактики здоровья людей, диагностики и лечения ряда заболеваний (в частности, выше отмечалась значимость так называемых «электромагнитных болезней», необходимость их углубленной диагностики).

Наряду с этим необходим комплексный подход к исследованию живого вещества, рассматриваемого в соответствии с масштабной космопланетарной размерностью, в его многообразных динамических взаимодействиях с космическим и биокосмическим веществом планеты. Эти размерность, своеобразная естественно-природная, планетарная «система отсчета» намечаются в связи с выделением бассейново-солнечных единиц биосферы (БСЕ) и охватывающих совокупности таких единиц географо-биосферных систем. Пример таких единиц анализировался для территории азиатской части Евразийского материка.

Из данного подхода вытекает необходимость организации биосферно-космических станций для изучения закономерностей динамики живого вещества на территориях БСЕ и географо-биосферных систем.

Часть IV

ПРОБЛЕМЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

ГЛАВА 1

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕТИ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Трудно перечислить отрасли народного хозяйства, научные и прикладные дисциплины, в которых применение дистанционных данных дает ощутимый эффект, несмотря на ограниченность масштабов, недостаточность развития систем сбора, передачи и цифровой обработки дистанционной информации.

Анализ этапов развития дистанционных методов изучения природных ресурсов показывает, что совершенно необходимо создание промышленных систем сбора, передачи и обработки данных в интересах науки и народного хозяйства в целом. В настоящее время нерешенными остаются несколько научно-технических и организационных проблем. Наименее изученной и проработанной нам представляется одна — создание государственной сети Центров тематической обработки данных дистанционного зондирования.

Точно так же, как прикладные задачи дистанционного зондирования определяют характеристики и параметры состояния природной среды, измеряемые из космоса, а следовательно, и состав бортовой аппаратуры спутников, самолетов и наземных комплексов, они должны определять структуру, состав, связи, программно-технические средства государственной сети Центров обработки данных дистанционного зондирования (ГСОД).

Имеющийся опыт использования дистанционных данных позволяет говорить о широком спектре практических задач, решение которых возможно с помощью дистанционных методов. Таким образом, классификация задач в тематическом и функциональном аспектах — важная специальная проблема, решение ее позволит точнее определить уровни специализации, архитектуру и состав технических и программно-математических средств.

Анализируя схему системной организации государственной сети Центров обработки, достаточно указать классы практических задач и общие требования к их информационному и вычислительному обеспечению. Это позволит выяснить общую структуру организации Центров обработки, их специализацию, характер информационного взаимодействия, схему коммуникационных линий, степень распределенности коллективных банков данных и будет способствовать разработке общего прогноза эволюции практических задач и мер по обеспечению «моральной» стабильности сети и преемственности технических и математических ее компонент.

СТРУКТУРА ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Перечислим прикладные задачи дистанционного зондирования.

1. Дистанционное зондирование суши.

Сельское хозяйство: классификация типов почв; определение урожайности сельскохозяйственных культур; оценка потерь урожая этих культур; обзорная оценка мирового производства пшеницы; выделение площадей посева и оценка урожая различных сельскохозяйственных культур; контроль за землями, используемыми в сельскохозяйственных целях; контроль за ходом уборки урожая; оценка продуктивности пастбищ; выявление стрессового состояния растений вследствие засухи, поражения болезнями и вредителями; определение степени эрозии почв; обзорная оценка площади земель, используемых в сельскохозяйственных целях; определение влажности почвы; контроль за температурой почвы.

Лесное хозяйство: контроль за участками строевого леса; инвентаризация остатков древесины в местах лесозаготовок; выявление стрессового состояния растений; обнаружение лесных пожаров; выявление опасных для окружающей среды явлений в сельской местности и лесных угодьях; прогнозирование местонахождения и обнаружение участков леса, поражаемых молниями.

Гидрология и водное хозяйство: сбор данных о запасах влаги в свежем покрове и в ледниках; контроль за увлажненными землями; определение характеристик приливно-отливного цикла и параметров быстрых потоков воды; контроль за рациональным использованием пресной воды; контроль за кругооборотом воды, используемой для орошения засушливых земель; прогнозирование стока вод; контроль за состоянием внутренних водоемов и их ледяного покрова; контроль за подземными водами; картирование водных ресурсов; сбор данных о влажности почв; определение площади орошаемых земель; контроль за водной растительностью; контроль за появлением солончаков; обзорная оценка запасов водной растительности; выявление взвесей в реках и озерах; определение характеристик наносов в реках; контроль за затопленными территориями.

Землепользование: инвентаризация земель по производительности (плодородности); составление карт землепользования; классификация «диких» земель; картирование растительного покрова пастбищ; оценка использования пастбищ и определение их биологических популяций; оценка ущерба от наводнений; контроль за эрозией пляжей.

Контроль за загрязнением окружающей среды: контроль за состоянием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды с применением перспективной орбитальной станции, за повышением засоленности орошаемых земель, за загрязнением окружающей среды химикатами, применяемыми в сельском хозяйстве, за заболачиванием озер; тепловое картирование озер; определение характеристик сброса сточных вод; обнаружение утечек токсичных веществ; контроль качества воздушной среды; определение химического состава загрязнителей атмосферы, типа фреона; обнаружение загрязнителей окружающей среды и контроль за их распространением; контроль за распределением moskitov (при затоплении увлажненных земель).

Изучение невоспроизводимых природных ресурсов: исследование морфологической и тектонической структуры земной коры; разведка месторождений нефти и минерального сырья; контроль за эксплуатацией нефтяных, газовых скважин и шахт.

Составление географических карт: контроль за плотностью застройки городов и их пригородов; планирование зон отдыха; всепогодное картирование земной поверхности при помощи радиолокационных станций с высокой разрешающей способностью; картирование растительного покрова, структуры прибрежных районов.

2. Дистанционное зондирование Мирового океана

— контроль за динамикой Мирового океана и его природными ресурсами с применением единой системы сбора данных, за состоянием морской среды; обнаружение разливов нефти; наблюдение за океаническими течениями в прибрежных водах; определение интенсивности «цветения» морской воды, вызываемого массовым развитием водорослей и поверхностной температуры океана.

3. Метрология:

— зондирование атмосферы для определения ее температуры по высоте; контроль за выпадением осадков.

4. Контроль окружающей среды в глобальном масштабе:

— контроль за перемещением ледников, за сохранностью защитного слоя атмосферы; оценка воздействия на окружающую среду движения транспорта по шоссейным и грунтовым дорогам; исследования радиационного теплового баланса Земли; контроль состава атмосферы; исследование энергетики солнечно-земных связей с использованием специальной орбитальной обсерватории; определение перемещения тектонических плит; оценка воздействия на атмосферу Земли вулканических выбросов.

Комплексный характер задач прикладного дистанционного зондирования

Важное свойство большинства дистанционных исследований, независимо от конкретных задач отраслевого характера, — их комплексность. Оно вытекает из общей методологии дистанционных исследований, когда изучаемый объект не извлекается из всего многообразия естественных связей и взаимодействий и не может быть «помещен на лабораторный стол» для анализа его отдельных свойств. Объект проявляет себя достаточно полно и определенно лишь в совокупности различных физических полей, которые он излучает и рассеивает и которые могут быть зарегистрированы дистанционно.

Это приводит к целесообразности, а в сложных (и перспективных) задачах — к необходимости сбора информации о физически различных и независимых полях для дистанционной идентификации и количественного описания объекта.

Типичный пример этого — выделение геологических структур земной коры с целью изучения строения Земли и поиска месторождений полезных ископаемых. В такой задаче кроме информации о «фотометрической» морфоструктуре объекта необходимо привлечение данных о тепловом потоке земной поверхности, о гравитационном и магнитном полях объекта, рельефа местности и т. д. Эти данные могут доставляться независимыми системами сбора информации. Кроме того, изучение геологических структур требует привлечения аэросъемок и наземной геолого-геофизической информации. Отметим, что потоки этой разнообразной информации неизбежно поступают от различных систем сбора по своим каналам передачи и имеют сетевую структуру.

Аналогичный пример комплексного характера исследований — проблема биологических ресурсов в акваториях Мирового океана. Кроме конкретной информации о фотоаномалиях на спектрональных снимках, связанных с проявлением, например, косяков рыбы, необходима информация о распространении планктона, температуре и течениях в океане.

Важное достоинство дистанционных методов — возможность генерализации образа изучаемого объекта и вообще гибкого управления масштабами его изображений в полях разной физической природы. В качестве необходимого технологического приема при дистанционных исследованиях сформировалась методика съемок с «трех этажей» — спутниковых, самолетных и наземных. Совмещение информации этих трех уровней дает наиболее надежную основу решения дистанционных задач

разного типа. Эта совмещенная информация при ее подходящей структуризации сама по себе дает некоторую (информационную) математическую модель объектов природы. Сближение ее с физико-математическими моделями в рамках единой информационно-вычислительной системы с использованием интерактивной технологии обработки обеспечивает современный уровень автоматизации и требуемое качество обработки. Очевидно, что совмещение информации из разных подсистем и обеспечение в целом оперативной диалоговой ее обработки не могут быть реализованы без создания сетевых структур передачи данных и их оперативного взаимодействия при решении прикладных задач.

На необходимость комплексирования данных указывают и другие технологические особенности дистанционных исследований. По существу, для решения любых дистанционных задач в интересах разных отраслей геологии, сельского и лесного хозяйства, рыбного хозяйства, океанологии и т. д.) необходимы информация об актуальном состоянии атмосферы и прогноз ее состояния на планируемые сроки дистанционных исследований. Для разных диапазонов электромагнитных и других видов съемок (включая оптические) важны различные физические параметры среды распространения сигналов дистанционного зондирования (облачность, влажность, характер аэрозолей и т. д.). Без этих данных невозможно учесть искажения, вносимые атмосферой в измерения, а также затруднительно планирование конкретных специальных съемочных работ.

Таким образом, задачи дистанционного зондирования и технология их решения определяют необходимость рассматривать систему сбора, передачи и обработки дистанционных данных разной физической природы и разной «дистанционности» как единую систему, состоящую из более или менее автономных подсистем (по специфике технологий съемок) с обязательным взаимодействием этих подсистем.

Специализация и интеграция банков данных

Дополнительные и конкретизирующие требования к общей структуре систем сбора, передачи и обработки дистанционных данных (включая требования к специализации спутников, систем передачи и ретрансляции Центров приема и предварительной обработки, а также к архитектуре Центров обработки) обуславливают объективные законы оптимальной организации современных банков данных и тенденции к их интеллектуализации в духе концепций информационно-вычислительных систем пятого поколения.

Сложность банков данных и эффективных информационно-поисковых систем, проблемы их наполнения, актуализации и развития неизбежно приводят к их глубокой специализации. Она вызывается и углубляющимся разделением труда в производственной и научной сферах, в процессе которого специализации подвергаются как сферы ответственности, так и потребительские интересы.

Применительно к проблемам создания государственной системы сбора, передачи и обработки дистанционных данных это означает необходимость закрепления за отдельными ведомствами (точнее, организациями), наиболее заинтересованными и профессионально подготовленными, функций разработчика и держателя специализированных банков данных. Конкретный уровень специализации этих банков должен быть предметом специальной системной и организационной проработки. Априорно можно лишь перечислить наиболее универсальные и укрупненные типы этих банков и указать крупные ведомства, способные быть головными по их реализации.

В большинстве случаев объем информации, относящийся к компетенции отдельных ведомств, окажется слишком большим, а сама информация недостаточно однородной, чтобы одна организация была способна

формировать отраслевой банк. В этом случае должна быть использована региональная специализация отраслевых организаций. Этим будет определен региональный аспект информационной специализации подсистем единой государственной системы в дополнение к факторам, определяющим доминирующую проблематику дистанционных исследований в регионах. (К примеру, метеорологическую, рыбохозяйственную, прогностическую в смысле землетрясений, цунами и тайфунов — в Приморском крае; геолого-геофизическую и лесную — в Восточной Сибири; сельскохозяйственную — в аграрных районах европейской части СССР, Средней Азии и Юго-Западной Сибири.)

Сложной технической, математической и организационной проблемой при такой специализации банков данных окажется обеспечение доступа к распределенным и по необходимости ведомственным информационным ресурсам. В отношении технических проблем главной является организация сетей передачи данных удаленным пользователям по различным каналам связи. При существующем состоянии проводных систем передачи данных и с учетом реальных перспектив их развития можно рассчитывать в ближайшее десятилетие на обеспечение лишь регионального уровня доступа к распределенным базам данных.

Более перспективным представляется использование систем передачи данных через геостационарные спутники.

Математические задачи в проблеме организации дистанционного доступа к информации связаны с созданием системного математического обеспечения сетевых структур передачи данных и коммутационных узлов, с разработкой принципов комплексирования открытых сетевых структур и протоколов высокого уровня взаимодействия пользователей с распределенными системами информации и обработки.

Сложными представляются организационные вопросы создания, поддержания и развития банков данных и обеспечения межотраслевого доступа к ним. Здесь необходимы проработка организационно-правовых основ и распределение финансового статуса информационной деятельности организаций в рамках межведомственной системы.

Подсистемы сбора данных дистанционного зондирования

Исходя из комплексного характера дистанционных задач и особенностей технологии их решения, следует выделять несколько подсистем сбора информации по их функциональной ориентации, учитывая при этом их ведомственную принадлежность.

Универсальные и специализированные спутниковые подсистемы организуются в соответствии с государственными межведомственными программами. Оснащены комплексом средств сбора, предварительной обработки и передачи информации. В зависимости от специализации спутников определяется состав аппаратуры. Информация, собранная за определенный период съемок и буферизированная на борту, передается на Землю в Центры приема прямым образом (в зоне «видимости») или путем ретрансляции через систему геостационарных спутников в реальном времени (без задержки). Полученная в пунктах приема информации (ППИ) она может либо обрабатываться на определенную глубину в этом пункте, либо в первоначальном виде передаваться в места назначения. Целесообразно совмещение ППИ с региональным Центром обработки информации, который ведет предварительную межведомственную обработку данных и распределяет ее в территориальные, отраслевые и локальные Центры обработки.

Самолетные подсистемы организованы на базе самолетов, оборудованных съемочной аппаратурой разного назначения (оптические, инфракрасные и СВЧ-системы, магнитометрические системы). В настоящее время

мя информация в основном записывается на фотоносителях и магнитных лентах, которые передаются в ведомственные Центры обработки.

В дальнейшем целесообразно оснащать самолетные системы цифровыми регистрирующими приборами широкого тематического назначения и аппаратурой для передачи данных в Центры обработки.

Наземные подсистемы реализуются в форме наземных полигонов, поисково-съемочных экспедиций и партий. Выполняют задачи картирования природных объектов и их фактологического описания по тематическому заданию ведомств. Даже комплексные экспедиции и стационары (полигоны) собирают узконаправленную информацию. Процесс сбора информации автоматизирован слабо, ведется на описательном уровне. Обработка информации в поле отсутствует. Производятся сбор образцов или отдельные измерения, регистрируемые в журналах. Топопривязка осуществляется по картам, имеющим в малоосвоенных районах невысокую точность. После окончания полевого сезона информация передается в камеральные группы в виде слабостандартизованных описаний и картографических схем. Взаимодействие со смежными партиями и экспедициями отсутствует.

В существующей форме система наземных наблюдений не может рассматриваться в качестве подсистемы единой автоматизированной системы сбора, передачи и обработки природно-ресурсной информации.

В дальнейшем необходимо создать передвижные полевые лаборатории для сбора, экспресс-анализа и передачи информации экспедиционного, полигонального и отрядно-поискового уровня. Такие лаборатории должны быть оснащены вычислительной техникой микропроцессорного уровня, системой связи и передачи данных регионального характера (на следующих этапах — спутниковой системой) и спутниковой радионавигационной системой топографической привязки. Передача информации должна осуществляться с минимальной задержкой после ее получения в отраслевой, локальный, территориальный и региональный Центры для комплексной обработки.

Подсистемы наземных, самолетных и спутниковых наблюдений должны быть взаимодействующими на уровне единого управления процессом сбора из отраслевого, регионального, территориального или общегосударственного Центра обработки данных в зависимости от характера информации и актуальности решаемых задач.

ЦЕНТРЫ ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ВЫДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Создание эксплуатационной государственной системы дистанционного зондирования Земли, включающей подсистему орбитальных и геостационарных ИСЗ, орбитальных станций, подсистему метрологического обеспечения (подспутниковые аэро- и наземные измерения), предполагает создание соответствующей государственной системы обработки данных, состоящей из иерархически организованной, распределенной сети Центров обработки данных дистанционных измерений.

Анализ прикладных задач дистанционных исследований, сформулированных выше, определяет в общих чертах государственную сеть Центров обработки данных дистанционного зондирования.

Государственный Центр управления дистанционными исследованиями

Учитывая важность и научно-техническую сложность работ, производимых по дистанционным исследованиям, участие большого числа различных организаций, необходимо создание Государственного Центра управления дистанционными исследованиями, который осуществлял бы руко-

водство, планирование, финансирование и координацию этой тематики в масштабе всей страны, обладал бы соответствующими правами и обязанностями. В функции этого Центра должно входить формирование целевых комплексных программ, определение целей, стратегических и тактических планов в этой области.

Государственные прикладные (тематические)

Центры обработки данных дистанционного зондирования (ГПЦОД)

Целый ряд крупных научных проблем, таких как изучение Земли (геофизика и геология), исследование Мирового океана, контроль окружающей среды, метеорология и климатология, требует создания специализированных Центров тематической обработки данных дистанционного зондирования. Они должны обладать мощными информационно-вычислительными ресурсами, в первую очередь оснащаться самыми современными средствами вычислительной техники, оперативными и долговременными устройствами хранения данных, спецпроцессорами, периферийным оборудованием. Развитая терминальная сеть должна обеспечить санкционированный доступ пользователям к информационным и вычислительным ресурсам ГПЦОД.

Центры приема и предварительной обработки данных

Эти центры ведут обработку информации в интересах Государственного Центра управления дистанционными исследованиями, а также других государственных, региональных, территориальных, отраслевых и локальных центров, и передают данные в порядке санкционированной системы доступа по имеющимся сетям передачи. Они также ретранслируют взаимные запросы по информационному обслуживанию других Центров. Обычным режимом обработки информации является межатраслевой уровень предварительной обработки. Проводятся статистическое обобщение проходящих материалов, их анализ, составляются каталоги имеющихся в архиве данных, организуются банки данных, ведется обеспечение информацией пользователей государственной сети Центров обработки.

В особых случаях эти Центры могут взять на себя некоторые функции территориальных и отраслевых центров, для чего они должны располагать всеми необходимыми информационно-вычислительными ресурсами. На них можно возложить научно-методическое руководство работой и системно-техническим развитием приписанных к нему территориальных, отраслевых, локальных центров и подсистем сбора и передачи данных.

Территориальные Центры обработки данных

Есть целый ряд территориальных организаций областного или краевого уровня, например Советы агропромышленных комплексов, которые испытывают острую необходимость в оперативной космической информации. Следовательно, необходимо создание подчиненных местным органам территориальных Центров приема и тематической обработки космической информации (ТЦПОД). Эти Центры ведут прием информации от региональных центров и приписанных к нему подсистем сбора территориального и отраслевого уровня. Из-за ограниченных возможностей наземных каналов связи, их неспособности оперативно передавать большие потоки информации от региональных Центров к территориальным заслуживает внимания вопрос о приеме космической информации для ТЦПОД на спутниковые телевизионные антенны «Орбита». Такие антенны способны принимать с ИСЗ результаты многозональных спутниковых измерений при небольших зенитных углах ИСЗ, достаточных для съемки крупных областей. Время, необходимое для приема, 10—20 мин в сутки.

ТЦПОД распределяют информацию по запросам отраслевых и локальных Центров обработки, формируют программу съемок внутри региона в его интересах и в интересах отдельных отраслей и делают предложения на обеспечение соответствующих измерений.

В ТЦПОД ведется тематическая обработка данных дистанционного зондирования по задачам, представляющим территориальный интерес (изучение земельных фондов, контроль за состоянием посевов сельскохозяйственных культур, локальными изменениями климата, за состоянием окружающей среды в регионе и т. д.), кроме того, он формирует банки данных, имеющих региональное значение.

В особых случаях территориальный Центр может осуществлять функции некоторых отраслевых Центров, еще не созданных в регионе или вышедших из строя.

Отраслевые Центры обработки данных

В интересах ведомственного использования космической информации создаются отраслевые Центры обработки данных дистанционных измерений (ОЦОД), предназначенные для тематической обработки данных дистанционного зондирования в интересах отрасли и региона в рамках региональных программ. Исходную информацию ОЦОД получают от региональных, территориальных Центров и подведомственных подсистем сбора самолетных и наземных данных. Распределяют информацию по запросам локальных Центров обработки и пользователей отрасли. Делают предложения на обеспечение съемок по спутниковым подсистемам и формируют отраслевой банк данных.

Локальные Центры обработки данных

Такие Центры создаются для решения конкретной народнохозяйственной задачи, важной для данного ведомства или организации. Это, например, ЛЦОД крупной геологической партии, занятой поиском нефти и газа в данном районе, или ЛЦОД контроля за состоянием окружающей среды и выполнением природоохранных мероприятий при создании в регионе крупного территориально-промышленного комплекса.

ЛЦОД получают информацию от территориальных и отраслевых Центров обработки данных. Они в высокой степени специализированы относительно подсистем сбора и передачи данных, связанных с наземными измерениями и измерениями с самолетов-лабораторий. Банк данных ЛЦОД должен создавать сложный цифровой образ исследуемого объекта, для чего привлекаются дополнительные данные, с целью решения задач анализа исследуемого объекта.

В особых случаях ЛЦОД может взять на себя функции терминального комплекса для обеспечения данными удаленных пользователей.

Терминальная сеть

Глобальный характер системы обработки данных дистанционного зондирования требует, с одной стороны, концентрации информационно-вычислительных мощностей, а с другой — их рассредоточения и приближения к пользователям. Можно заключить, что система обработки должна быть централизована относительно источников информации (датчиков) и в значительной степени децентрализована в некоторой точке вниз по потоку данных к пользователю, так как для оправдания затрат на создание и эксплуатацию глобальной системы дистанционного зондирования Земли количество пользователей и применений должно быть достаточным. Ясно, что у каждого пользователя не может быть своего собственного датчика на ИСЗ, один датчик должен использоваться многими пользователями. Сокращение объемов данных в результате обработки больших массивов

исходных данных дистанционных измерений предполагает, что децентрализация должна иметь место как можно дальше вниз по потоку данных к пользователю. Таким образом, при иерархическом принципе организации государственной сети Центров обработки данных дистанционного зондирования, чем ниже уровень Центра обработки данных, тем более разветвленной и сложной терминальной сетью он должен быть обеспечен. Сеть терминалов (локальных и удаленных) и терминальных комплексов должна обеспечить коллективный доступ пользователей к системам сбора, хранения и обработки данных дистанционного зондирования. Терминальные комплексы необходимо оснащать достаточно дешевыми и компактными средствами ввода/вывода данных, их диалоговой, локальной обработки; по существу, это специализированные автоматизированные рабочие места (АРМ). По-видимому, самой разветвленной и сложной терминальной сетью будут обладать территориальные и отраслевые Центры обработки данных.

Архитектура Центров обработки данных

Архитектура, состав технических средств Центров обработки во многом определяются объемами данных, подлежащих приему, обработке и хранению. Что касается Центров приема и предварительной обработки данных (ГЦПОД и РЦПОД), то они должны содержать информационно-вычислительные комплексы с предельными характеристиками по производительности и информационной емкости. Действительно, скорость передачи данных на ГЦПОД и РЦПОД может достигать 120 Мбит/сек. Суточный объем данных с космических носителей 10^{11} бит. За год система Ландсат дает 100—150 тыс. цветных фотоснимков и 16 тыс. многозональных сканерных изображений. Характер решаемых этими центрами задач предполагает создание практически автоматической системы обработки данных. С развитием технологии многие задачи будут решаться непосредственно на борту космических носителей с помощью специализированных бортовых вычислительных комплексов.

Архитектура остальных Центров обработки данных дистанционного зондирования представляется нам однотипной, поскольку все они связаны с выполнением операций ввода/вывода и тематической обработкой данных дистанционного зондирования. Разумеется, они отличаются информационно-вычислительными мощностями, составом технических средств и периферийного оборудования. В настоящее время мы не можем дать точную оценку объемов данных, подлежащих хранению, обработке и передаче в Центры обработки дистанционных данных всех перечисленных выше уровней. Анализ общих тенденций в области прикладных дистанционных исследований показывает, что объемы данных в достаточно крупном ЦТОД будут достигать сотен гигабайт долговременной памяти и десятков гигабайт быстрой памяти, скорость передачи данных внутри системы до 10 Мбайт/сек, эффективная производительность всех процессов порядка 10^{12} оп/сек.

При построении Центров тематической обработки дистанционных данных необходимо делать выбор между двумя основными типами архитектуры его технических средств:

- 1) централизованная вычислительная система, состоящая из центрального и, возможно, нескольких периферийных процессоров;
- 2) распределенная вычислительная система, в которой возможности для обработки обеспечиваются совокупностью определенного числа взаимодействующих процессоров.

Требования высокой надежности и адаптируемости к изменяющимся потребностям приводят к выбору распределенной многопроцессорной системы как основы архитектуры Центров тематической обработки данных дистанционного зондирования. За выбором распределенной системы

должен следовать выбор степени интеграции отдельных процессоров. Они могут быть интегрированы до степени образования единой виртуальной машины, обеспечивающей все функции ЦТОД, либо могут образовывать в той или иной форме сеть ЭВМ, в которой решение различных задач выполняется на разных машинах. На данной стадии, вероятно, предпочтительнее второй вариант, поскольку ЦТОД на основе первого варианта требует создания весьма сложного специализированного программного обеспечения.

Реализация такой локальной сети ЭВМ может быть осуществлена на основе существующих систем передачи данных и разработанных протоколов обмена информацией без тесной интеграции операционных систем отдельных ЭВМ. Такая сеть обладает достаточной гибкостью и способна к расширению без крупных изменений в системном матобеспечении.

Государственная система Центров обработки данных дистанционного зондирования

Основной особенностью организации такой системы является сетевой принцип интеграции крупных взаимодействующих Центров приема, обработки и передачи данных разных уровней (государственного, регионального, территориального, отраслевого, локального, абонентского). Эти уровни определяют соответствующую сетевую иерархию Центров и определяют уровень значимости конкретной информационно-вычислительной системы, функционирующей в составе сети, а также уровень значимости соответствующих сетей передачи данных. Интеграция ресурсов информационно-вычислительной системы или сети зависит от значимости ее ресурсов, а также от ее территориального размещения и распространенности. В сетях ЭВМ можно выделить две основные функциональные компоненты: систему обработки информации и систему передачи данных. В рамках одной сети ЭВМ может быть реализовано несколько конкретных систем обработки информации, или информационно-вычислительных систем (сетей), нацеленных на реализацию некоторых конкретных функций и предоставление конкретных услуг пользователям. В отношении системных средств, обеспечивающих передачу данных и создание средств управления и взаимодействия между распределенными ресурсами в сети, можно отметить, что они являются основой для создания систем обработки и некоторым обобщенным, по отношению к сети в целом, ресурсам. Именно с этих позиций следует рассматривать вопросы комплексирования или интеграции систем (сетей) обработки и передачи данных.

Современные тенденции развития и интеграции информационно-вычислительных систем и сетей передачи данных следующие:

- создание специализированных проблемно-ориентированных центров обработки данных различного уровня значимости;
- создание сетей разной специализации одного уровня значимости и одинаковой распространенности;
- рост уровня значимости и распространенности сетей по мере их развития;
- стандартизация архитектуры распределенных сетей.

На основе результатов анализа этих тенденций можно утверждать, что эффективное комплексирование сетей обработки и передачи данных требует организации взаимодействия сетей как одного, так и разных уровней значимости на основе стандартизации архитектуры и унификации процедур взаимодействия.

Можно сформулировать основные принципы комплексирования сетей передачи данных в регионе:

комплексирование сетей передачи данных одного уровня значимости осуществляется обобщением сетей в сеть передачи данных общего пользования (данного уровня значимости) с общим интерфейсом;

комплексирование сетей передачи данных разного уровня значимости обеспечивается объединением сетей с помощью интерфейсных преобразователей;

возможно объединение сетей, не смежных по уровню значимости (например, объединение региональной сети передачи данных с локальной сетью);

основным критерием эффективности объединения сетей передачи данных является повышение эффективности использования ресурсов сетей связи.

Комплексирование или интеграция информационно-вычислительных систем осуществляется на основе объединенных сетей передачи данных. При этом на основе единой сети передачи данных будут функционировать несколько сетей обработки.

Из рассмотренной схемы иерархической сети видно, что пользователи или абоненты подключаются на самом нижнем иерархическом уровне с помощью развитой сети различного терминального оборудования. Здесь выполняются все функции сопряжения и взаимодействия с конкретными терминалами, а также прикладные терминальные процессы. На этом же уровне могут выполняться локальная обработка и хранение данных, т. е. все функции локальной сети.

Другие уровни рассматриваемой иерархической структуры обеспечивают выполнение всех необходимых функций по организации обработки и передачи данных, присущих развитым сетям ЭВМ. Интеграция отдельных иерархических уровней в структурном плане осуществляется фактически за счет средств системы передачи данных. В этом случае важно согласовать или стандартизировать сетевые протоколы или интерфейсы или рассмотреть вариант соединения нескольких иерархических уровней в один.

Вопрос о согласовании сетевых протоколов и интерфейсов, который остается в любом варианте иерархической структуры, в целом не вызывает больших трудностей и может быть достаточно эффективно решен за счет использования специальных «шлюзовых» узлов или с помощью интерфейсных преобразователей.

Более сложные проблемы возникают при создании иерархических сетей, когда они рассматриваются в функциональном плане. Здесь необходимо обеспечить совместимость объединяемых подсетей на уровне всех других компонент, в том числе на уровне прикладных процессов. При этом, если говорить о стандартизации прикладных протоколов, определенные решения и рекомендации только разрабатываются. В то же время уже существует множество конкретных систем обработки информации, которые значительно отличаются друг от друга как по предоставляемым услугам, так и по внутренней организации, в том числе по используемым протоколам верхних уровней. Совмещение таких систем обработки в сложной иерархической сети может быть обеспечено или за счет установки необходимых преобразователей протоколов и интерфейсов, или путем переноса соответствующих компонент одной сети в другую. Вероятно, здесь возможны и некоторые компромиссные решения.

Когда дистанционное взаимодействие осуществляется между двумя ЭВМ (функции обработки распределены), существует сложная связь на уровне прикладных процессов и стандартизованных представлений передаваемых данных. При этом, если соответствующие протоколы верхних уровней в различных сетях не согласованы, требуются сложные преобразователи протоколов, что практически может оказаться или неприемлемым, или трудно решаемым вопросом, особенно в условиях интеграции нескольких различных сетей. В таких случаях необходимо добиваться стандартизации протоколов, в первую очередь на уровне прикладных процессов. Наряду с этим необходимо отметить, что на прикладном уровне могут быть реализованы несколько независимых прикладных систем

и соответственно несколько протоколов. Поэтому совместимость сетей можно обеспечить путем переноса соответствующих компонент из одной сети в другую, расширяя тем самым функциональные возможности интегрированной сети.

Проектирование и создание сетей ЭВМ, которые по своей архитектуре, объему используемого оборудования и выполняемым функциям достаточно сложны, связано с решением целого ряда сложных проблем, каждая из которых требует специального рассмотрения и решения.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение системы обработки данных дистанционного зондирования должно содержать две компоненты: функциональную и системную. При создании системы программ функциональной обработки используются следующие основные принципы.

Модульность. Технологической единицей в системе программ функциональной обработки является программный модуль (ПМ). ПМ — функционально замкнутая часть пакета прикладных программ (ППП), его объем и наполнение определяются разработчиками пакета. По функциональному признаку они komponуются в пакеты прикладных программ или программные процессоры. Это своего рода интерфейс между системой и пользователем, дающий пользователю результаты обработки в удобной для интерпретации форме.

Расширяемость состава алгоритмов и программ ППП заключается в возможности включения, исключения и замены модулей в ППП, исключения и замены программных процессоров без изменений в системе программ функциональной обработки.

Инвариантность и мобильность — основные требования к структуре программных средств системы обработки. Мобильность и инвариантность системы математического обеспечения достигаются за счет разработки внутреннего инструментального языка (ИЯ), единого для всех проблемно-ориентированных языков контакта пользователя с ППП. ИЯ является логическим языком и не зависит от физических устройств; он содержит такие объекты, как модуль, цепочка модулей, данные, результат и др.

Простота и удобство эксплуатации. Для удобства обращения в ППП к системе математического обеспечения необходимо создать технологическую базу для построения проблемно-ориентированных языков пользователей. Проблемно-ориентированные языки осуществляют специализацию системы относительно различных пользователей, как правило, не являющихся профессиональными программистами.

Функциональная компонента программного обеспечения должна представлять собой функционально полный набор взаимодействующих программных модулей, которые в интерактивном режиме могут быть выстроены пользователем в определенные структуры, решающие те или иные конкретные задачи обработки данных дистанционного зондирования.

В силу своей внутренней организации и полноты библиотеки программных модулей комплекс прикладных программ обеспечит эффективную разработку новых методов решения широкого круга проблем, связанных с автоматизированной обработкой данных дистанционного зондирования; определит тенденции и послужит эмулятором для создания быстродействующих наземных и бортовых спецпроцессоров для быстрого анализа дистанционных данных; будет служить базовой библиотекой программ для внедрения всех новых разработок по автоматизированному анализу дистанционных данных; послужит средством для вычисления эффективных цепочек программных модулей и последующей их реализа-

ции на специализированных ЭВМ, ориентированных на решение конкретных задач быстрого анализа данных дистанционного зондирования; явится основой для наземной обработки дистанционных данных, получаемых с летающих лабораторий и наземных комплексов.

Системное программное обеспечение

Системная компонента программного обеспечения обслуживает общую структуру всей сети, реализует доступ пользователям к программным, информационным и вычислительным ресурсам сети, осуществляет ввод/вывод дистанционных данных, динамическое распределение ресурсов. Системные программы способствуют решению задач в интерактивном режиме, в запросно-ответном режиме для передачи значительных объемов информации, в режиме дистанционной пакетной обработки. Системная компонента программного обеспечения включает операционные системы, системы автоматизации программирования, ведения банков данных и др.

Программное обеспечение должно базироваться в основном на концепциях, принятых на каждом уровне иерархической сети в соответствующем Центре обработки дистанционных данных, но с максимальным использованием штатного системного программного обеспечения, существующего на различных ЭВМ, и с одинаковыми функциональными возможностями во всех уровнях для обеспечения связи между ними.

Технологические аспекты создания программного обеспечения

Разработка программного обеспечения для государственной сети Центров обработки данных дистанционного зондирования, вероятно, самая сложная проблема. Прежде всего потому, что разработчики никогда ранее не сталкивались с необходимостью создания столь сложных структур, состоящих из большого количества частей с многообразными взаимосвязями. Поэтому существующий подход к созданию программного обеспечения кажется весьма неадекватным и примитивным. Затраты на программное обеспечение слишком высоки, часто программный продукт оказывается трудным в использовании и сопровождении. При все большем удешевлении аппаратного обеспечения такое отставание становится еще заметней. Необходимо отметить еще один аспект в создании программного обеспечения — преимущество созданных ранее пакетов прикладных программ, эффективное использование этого «овеществленного интеллекта» в новых системах обработки данных.

Большое внимание при создании программного обеспечения для государственной сети Центров обработки данных дистанционного зондирования должно уделяться технологическим аспектам. Это направление работ имеет целью создание языково-программных средств поддержки проектирования больших программных комплексов. К основным направлениям работ относятся следующие:

- изучение и обобщение опыта разработки больших программных проектов с целью разработки средств поддержки проектирования;

- разработка средств собственно проектирования, их апробация и строгая спецификация;

- разработка языковых средств для спецификации выходных модулей, реализации модулей, анализ универсальных языков программирования в роли языка реализации;

- изучение возможности аппаратного воплощения модулей; взаимодействие человека и технологического комплекса (документация, отладка, диалог, обучение, редактирование и т. д.);

- разработка внешних спецификаций системы, включающей язык проектирования, реализации и т. д.

Результаты работ могут иметь самостоятельное значение, выходящее за рамки настоящего проекта.

Таким образом, создание государственной сети Центров обработки данных дистанционного зондирования является сложнейшей научно-технической задачей. ГСОД — человеко-машинная система, объединяющая технические средства, программное и информационное обеспечение и пользователей, реализующая технологический процесс обработки данных дистанционного зондирования. Окружение ГСОД представляют абоненты — потребители информационно-вычислительных услуг, обоснованно претендующие на наиболее полное удовлетворение своих запросов. Необходимо отметить, что в состав создаваемой сети должны войти уже существующие и используемые на практике отдельные ЭВМ, вычислительные комплексы и локальные сети.

При создании ГСОД особое внимание должно уделяться общесистемным вопросам, связанным с реализацией средств интеграции сетей и коммуникационных подсистем. В дальнейшем необходимо проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по созданию больших банков данных и распределенной обработки информации, новых пакетов прикладных программ, единой технологии работы пользователей в ГСОД.

При создании такой сложной системы, как ГСОД, для решения задач системного анализа, возникающих на этапах проектирования, создания и эксплуатации сети, необходимо использовать математическое моделирование.

В заключение перечислим основные цели создания ГСОД:

- 1) концентрация средств вычислительной техники, вычислительных и информационных ресурсов в рамках единой территориально-распределенной системы и обеспечение на этой основе более эффективных режимов использования;

- 2) реализация единой системы дистанционного доступа пользователей к широкому спектру различных систем обработки информации;

- 3) повышение эффективности использования отдельных ЭВМ за счет распределения и выравнивания нагрузки; повышение эффективности работы конкретных систем обработки информации за счет более широкого внедрения принципов функциональной специализации;

- 4) обеспечение надежности системы в целом за счет дублирования и резервирования отдельных компонент обработки информации и каналов передачи данных;

- 5) разработка и создание технических и программных средств, обеспечивающих комплексное использование средств вычислительной техники ГСОД;

- 6) проведение научных исследований по фундаментальным проблемам повышения эффективности использования средств вычислительной техники путем их сетевой организации;

- 7) экспериментальная проверка средств и методов технического, программного, информационного и организационно-правового обеспечения и системы обмена данными вычислительных сетей;

- 8) создание, поддержание и предоставление пользователям проблемно-ориентированных баз и банков данных, содержащих информацию о результатах исследований и экспериментов, проводимых в региональных подсистемах, и фактографическую информацию, извлекаемую из документальных банков данных;

- 9) информационное обслуживание пользователей, развитие существующих и создание новых (как сосредоточенных, так и распределенных) банков данных и банков знаний;

- 10) создание возможностей работы с пакетами прикладных программ ГСОД, с диалоговыми системами подготовки и решения задач, инструментальными программами и системами.

- Ан В. В., Любомиров А. С., Соловьева Л. П. Геоэкологические условия Байкало-Становой части зоны БАМ.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984.— 151 с.
- Андроников В. Л. Аэрокосмические методы изучения почв.— М.: Колос, 1979.— 280 с.
- Антышко А. Н., Садов А. В. Применение тепловой (ИК) аэрофотосъемки в гидрогеологии и инженерной геологии.— М.: ВПЭМС, 1979.— 57 с.
- Анонасенко А. Д., Франк Н. А., Сидыко Ф. П. Спектрофотометр для гидрооптических исследований ДСФР-2 // Оптические методы исследования океанов и внутренних водоемов.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.— С. 294—297.
- Атлас Забайкалья.— М.— Иркутск: ГИГК, 1967.— 26 с.
- Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.— 90 с.
- Аэрокосмические методы в географических исследованиях Сибири и Дальнего Востока.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1981.— 146 с.
- Аэрокосмические и наземные исследования динамики природных процессов Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1984.— 193 с.
- Базаров Д. Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья.— Улан-Удэ, 1968.— 166 с.
- Белов А. В. Карта растительности юга Восточной Сибири. Принципы и методы составления // Геоботаническое картографирование.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1973.— С. 16—30.
- Белов А. В. Опыт составления среднemasштабной карты растительности Северного Прибайкалья на основе аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.— С. 97—102.
- Белов А. В., Лавренко Н. П. Проблемы геоботанического картографирования зоны Байкало-Амурской магистрали // Геоботаническое картографирование.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977.— С. 3—49.
- Белов С. В. Аэрофотосъемка лесов.— М.; Л.: Наука, 1959.— 219 с.
- Белова В. А. История развития растительности котловин Байкальской рифтовой зоны.— М.: Наука, 1975.— 142 с.
- Будыко М. И. Глобальная экология.— М.: Мысль, 1977.— 327 с.
- Вернадский В. И. Биосфера.— М.: Наука, 1967.— 368 с.
- Вернадский В. И. Размышления натуралиста: В 2 кн. — М.: Наука, 1977.— Кн. 2: Научная мысль как планетное явление.— 191 с.
- Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии.— М.: Наука, 1980.— 320 с.
- Виноградов Б. В. Геоботаническое картографирование и генерализация изображения // Исследование природной среды космическими методами. География. Методы космической фотосъемки.— М.: ВНИИТИ, 1975.— Т. IV.— С. 105—114.
- Виноградов Б. В. Космические методы изучения природной среды.— М.: Мысль, 1976.— 286 с.
- Виноградов Б. В. Дистанционный мониторинг антропогенных экосистем // Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов.— М.: ВНИИТИ, 1978.— С. 75—150.
- Виноградов Б. В. Преобразованная Земля.— М.: Мысль, 1981.— 295 с.
- Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем.— М.: Наука, 1984.— 320 с.
- Виноградов Б. В., Глушко Е. В. Географическая интерпретация обзорных космических снимков. Геоботаническая интерпретация и картометрический анализ ее результатов // Исследование природной среды космическими методами. География. Методы космической фотосъемки.— М., 1975.— Т. 4.— С. 98—105.
- Виноградов Б. В., Кондратьев К. Я. Космические методы земледелия.— Л.: Гидрометеопиздат, 1971.— 192 с.
- Войлошиников В. А. К методике стационарных исследований современной динамики рельефа в южной части Средней Сибири // Методы геоморфологических исследований.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1967.— С. 144—152.
- Войлошиников В. А. Склоновые процессы в Приангарье // Изв. Заб. фил. геогр. о-ва СССР.— 1968.— Т. IV, вып. 2.— С. 51—56.

- Войлошников В. А.** Гидротермические движения грунтов в Нижнем Приангарье // Южная тайга Приангарья.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969.— С. 116—118.
- Воробьев В. В., Пластинин Л. А.** Аэрокосмические методы в географических исследованиях зоны БАМ // Аэрокосмические методы в географических исследованиях Сибири и Дальнего Востока.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1981.— С. 3—11.
- Воробьев В. В., Пластинин Л. А., Белов А. В. и др.** Аэрокосмические методы и материалы в географических исследованиях Сибири // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.— С. 3—21.
- Воробьев В. В., Пластинин Л. А., Белов А. В. и др.** Географические исследования Сибири и проблемы использования аэрокосмических материалов // Космические исследования природных комплексов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983.— С. 29—35.
- Воскресенский С. С.** Динамическая геоморфология.— М.: Изд-во МГУ, 1971.— 43 с.
- Востокова Е. А.** Гидроиндикационные ландшафтные и геоботанические карты // Картографирование динамики географических явлений и составление прогнозных карт.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1968.— С. 20—21.
- Востокова Е. А., Кельнер Ю. Г.** Принципы системного картографирования природных ресурсов и их охраны по космическим фотоснимкам // Аэрокосмические методы исследования окружающей среды.— Л.: ГО СССР, 1980.— С. 77—91.
- Востокова Е. А., Скатерников С. В.** Системное картографирование в целях охраны природы на основе материалов космических съемок // Системное картографирование природных и социально-экономических комплексов.— М.: Изд-во МГУ, 1978.— С. 73—75.
- Выркин В. Б.** Гольцы Прибайкалья и Северного Забайкалья; их границы и распространение // Процессы современного рельефообразования в Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1978а.— С. 63—68.
- Выркин В. Б.** Курумы гольцов Прибайкалья и Северного Забайкалья // Процессы современного рельефообразования в Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1978б.— С. 88—108.
- Гаврилов А. В.** О геокриологической информативности спектрально-анализных аэрофото-материалов (на примере Чулымского района) // Мерзлотные исследования.— М.: Изд-во МГУ, 1979.— Вып. XVIII.— С. 141—153.
- Гаврилов А. В.** Геокриологическая информативность локальных космических снимков (применительно к условиям Алдано-Станового региона) // Мерзлотные исследования.— М.: Изд-во МГУ, 1980.— Вып. XIX.— С. 127—137.
- Гаврилов А. В., Кондратьева К. А.** Методика использования космических фотоснимков при мерзлотной съемке // Мерзлотные исследования.— М.: Изд-во МГУ, 1982.— Вып. XX.— С. 50—58.
- Гаврилов А. В., Кондратьева К. А., Прокуронов И. Б.** Возможности и ограничения аэро- и космических методов в геокриологических исследованиях и картирования (на примере Алдано-Станового региона, Западной Сибири) // Современная проблематика дистанционных исследований геосистем.— М.: Наука, 1983.— С. 66—74.
- Галимов Э. М.** Природа биологического фракционирования изотопов.— М.: Наука, 1981.— 247 с.
- Гвишиани Д. М.** Наука и глобальные проблемы современности // Вопр. философии.— 1981.— № 3.— С. 97—108.
- Географический атлас СССР**— М.: ГУГК, 1982.
- Гительзон И. П., Шевыринов А. П., Молвиных С. Л., Чеплов В. В.** Бесконтактная регистрация хлорофилла в поверхностных водах на ходу судна // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук.— 1979.— № 2.— С. 108—112.
- Глушко Е. В.** Классификация современных ландшафтов по космическим снимкам // Исследование Земли из космоса.— 1983.— № 3.— С. 5—15.
- Гоним Г. Б.** Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов.— Л.: Недра, 1980.— 139 с.
- Грибова С. А., Исаченко Т. И.** Картографирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972.— Т. 4.— С. 137—330.
- Григорьев А. А.** Космическая индикация ландшафтов Земли.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.— 166 с.
- Григорьев А. В., Кондратьев К. Я.** Космическое земледование.— М.: Наука, 1985.— 150 с.
- Грицюк Я. М.** Сводно-блоковая морфотектоника западной части Алтае-Саянской горной области по данным геологического дешифрирования космических снимков // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.— С. 57—72.
- Гурвич А. Г.** Теория биологического поля.— М.: Наука, 1984.— 140 с.
- Деряпа Н. Р., Матюхин В. А., Соломатин А. И.** Программа глобального синхронного эксперимента для изучения медико-биологического действия естественных геологокосмофизических, геофизических и метеорологических факторов (Глобэк-

- 80) // Влияния геофизических и метеотропных факторов на жизнедеятельность организма.— Новосибирск: СО АН СССР, 1978.— С. 6—15.
- Долгов А. Д., Зельдович Я. Б. Вещество и антивещество во Вселенной // Природа.— 1982.— № 8.— С. 33—45.
- Дорофеев Н. В., Шац М. М. Использование мерзлотных карт разных лет для прогнозной оценки геокриологической обстановки осваиваемых территорий // Проблемы рационального природопользования в Восточной Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1984.— С. 154—155.
- Дорофеев Н. В., Шац М. М., Бурашова В. В., Грибанова С. П. Использование картографических и аэрокосмических материалов при геокриологических исследованиях осваиваемых территорий // Региональные геокриологические исследования в Восточной Азии.— Якутск: Ин-т мерзлотовед. СО АН СССР, 1983.— С. 4—12.
- Думитранко Н. В. Проблемы палеогеографических реконструкций позднеледникового горного оледенения (на примере горной зоны юга СССР) // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене.— М.: Наука, 1982.— С. 41—45.
- Замков О. К. О системе кадастров природных ресурсов // География и природ. ресурсы.— 1984.— № 3.— С. 3—8.
- Заморув В. В. Некоторые вопросы палеогляциологии Забайкалья в эпоху позднечетвертичного оледенения // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1967.— № 6.— С. 76—82.
- Зонин С. В., Мазиков В. М., Горина М. А., Лотов Р. А. Перспективы изучения почвенного покрова аэрокосмическими методами // Почвоведение.— 1980.— № 4.— С. 37—45.
- Зяткова Л. К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.— 213 с.
- Зяткова Л. К. Структурная геоморфология Западной Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.— 198 с.
- Зяткова Л. К. Методы структурно-геоморфологических исследований современных тектонических движений с использованием аэрокосмических материалов // Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз.— М.: Наука, 1980.— С. 90—94.
- Зяткова Л. К., Березовская Р. В. Тематическое картирование с применением космической фотоинформации при сейсмических исследованиях и изучении новейшей тектоники // Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984.— С. 62—65.
- Зяткова Л. К., Оболенский А. А. Геолого-геоморфологическая информативность космических снимков в связи с проблемой изучения глубинных структур и поисками полезных ископаемых // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.— С. 36—43.
- Зяткова Л. К., Янин А. Л. Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.— С. 5—8.
- Зяткова Л. К., Янин А. Л. Развитие и использование аэрокосмических исследований природных явлений и ресурсов Сибири // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.— С. 40—48.
- Зяткова Л. К., Янин А. Л. Применение аэрокосмической информации при геологических исследованиях Сибири // Геология и геофизика.— 1983.— № 2.— С. 8—15.
- Ивановский Л. Н., Войлошиков В. А., Петров И. Б., Титова З. А. Некоторые результаты и перспективы изучения современных геоморфологических процессов на стационарах Института географии Сибири и Дальнего Востока // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока.— 1967.— Вып. 14.— С. 34—39.
- Псаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980.— 222 с.
- Исследования природной среды космическими средствами. Геоботаника, геоморфология, почвоведение, сельскохозяйственные земли, ландшафтоведение.— М.: Наука, 1976.— 204 с.
- Казначеев В. П. Информационная функция сверхслабых потоков в биологических системах // Материалы конференции «Физико-математические исследования в биологии и медицине».— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1965.— С. 38—41.
- Казначеев В. П. Задачи и цели исследований космической антропоэкологии // Прогноз антропоэкологической ситуации с помощью космических средств (Материалы I Всесоюзного совещания по космической антропоэкологии. Новосибирск, 1982 г.).— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982.— С. 5—27.
- Казначеев В. П. Очерки теории и практики экологии человека.— М.: Наука, 1983.— 260 с.
- Казначеев В. П. Учение о биосфере.— М.: Знание, 1985.— 79 с.
- Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.— 181 с.

- Казначеев В. П., Молчанова Л. В., Лазаренко П. В., Мелехова О. А. Влияние видимого света на биохимические и физиологические параметры животного // Биол. науки. — 1983. — № 11. — С. 18—23.
- Казначеев В. П., Яншин А. Л. Преобразование биосферы и проблемы экологии человека // Вестн. АН СССР. — 1980. — № 9. — С. 67—71.
- Каница Н. Л. Теория. Практика. Эксперимент. — М.: Наука, 1981. — 495 с.
- Караушева А. М. Климат и микроклимат района Кодар—Чара — Удочан. — Л.: Гидрометеопиздат, 1977. — 128 с.
- Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. — М.: Недра, 1982. — 251 с.
- Климовский Н. В., Напрасников А. Т. Термокарст Чарской котловины. — Чита, 1966. — 120 с.
- Копыл Н. В., Котова Т. В., Огуреева Г. Н. Комплексная географическая интерпретация космических снимков в целях тематического картографирования. Растительность // Исследование природной среды космическими методами. География. Методы космической фотосъемки. — М.: ВНИИТН, 1975. — Т. IV. — С. 37—46.
- Космическая съемка и тематическое картографирование. Методика обработки многозональных снимков/Под ред. К. А. Салищева, Ю. Ф. Книженикова. — М.: Изд-во МГУ, 1979. — 232 с.
- Космическая съемка и тематическое картографирование. Географические результаты многозональных космических экспериментов. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — 272 с.
- Космическая фотосъемка и геологические исследования/Под ред. Г. Б. Гоинша, С. И. Стрельникова. — Л.: Недра, 1975. — 416 с.
- Кравцова В. И. Космическое картографирование. — М.: Изд-во МГУ, 1977. — 180 с.
- Кузьмин В. А. Почвы предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. — С. 11—98.
- Кузьминов В. И. О мировой энергетической ситуации // Импакт. Наука и общество. — 1982. — № 3. — С. 3—12.
- Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана среды // Вопр. географии. — 1983. — Вып. 120. — 206 с.
- Ландшафтный метод лесного дешифрирования аэроснимков. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. — 317 с.
- Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта, м-б 1 : 1 500 000/Под ред. В. Б. Сочавы. — М.: ГМГК, 1977.
- Лапо А. В. Роль живого вещества в биосфере: Геологический и геохимический аспекты // Палеонтология и эволюция биосферы. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. — С. 36—40.
- Лещиков Ф. Н., Шац М. М. Мерзлые породы юга Средней Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. — 169 с.
- Лопатин Д. В. Геоморфология восточной части Байкальской рифтовой зоны. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. — 115 с.
- Лунгарсагаузен Г. Ф., Музис А. И. Этапы развития Кодаро-Удочанской горной страны // Проблемы геоморфологии и неотектоники орогенных областей Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1968. — С. 170—177.
- Ляпунов А. А. Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов // Кибернетика живого: Биология и информация. — М.: Наука, 1984. — С. 38—44.
- Марчук Г. П. География и освоение природных ресурсов // География и природ. ресурсы. — 1980. — № 1. — С. 5—7.
- Марчук Г. П. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 317 с.
- Медведев Ю. О. Природные и антропогенные аспекты динамики растительности Верхне-чарской котловины // География и природ. ресурсы. — 1983. — № 2. — С. 52—60.
- Методические рекомендации по применению материалов радиолокационной съемки (РЛС) при инженерно-геологических и гидрогеологических съемках масштаба 1 : 200 000 и 1 : 500 000. — М.: Наука, 1982. — 63 с.
- Мильков Ф. И. Человек и ландшафты. — М.: Мысль, 1973. — 224 с.
- Михеев В. С. Верхнечарская котловина. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. — 143 с.
- Молвишских С. Л., Ченилов В. В., Шевырьнов А. П. Динамичная структура алгоритмов накопления и обработки информации в системе «Поиск»// Автоматизация. — 1979. — № 6. — С. 46—51.
- Музис А. И. Новейшие тектонические движения и осадконакопление на северо-востоке Станового нагорья // Проблемы изучения четвертичного периода. — Хабаровск, 1968. — С. 150—151.
- Мэкен Е. С. Биометрология как наука // Импакт. Наука и общество. — 1982. — № 1-2. — С. 99—114.
- Некрасов И. А. История формирования криолитозоны Северо-Восточного Забайкалья //

- Многолетнемерзлые породы Станового нагорья и Витимского плоскогорья.— М.: Наука, 1967.— С. 140—158.
- Некрасов И. А.** Перспективы использования аэрокосмических методов в геокриологии // Аэрокосмические исследования Земли.— М.: Наука, 1979.— С. 224—234.
- Некрасов И. А.** Изучение криогенных явлений по космическим снимкам // Аэрокосмические методы в географических исследованиях Сибири и Дальнего Востока.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1981.— С. 27—31.
- Некрасов И. А., Делеур И. С., Дорофеев И. В. и др.** Геокриологическое картирование Южной Якутии по аэрокосмическим снимкам // Региональные и криолитологические исследования в Сибири.— Якутск: Ин-т мерзлотовед. СО АН СССР, 1979.— С. 3—16.
- Некрасов И. А., Петронавловская М. С.** Опыт применения космических снимков для геокриологического картирования // Исследование Земли из космоса.— 1983.— № 2.— С. 14—20.
- Некрасов И. А., Шац М. М., Дорофеев И. В.** Аэрокосмическая информация при изучении распространения и динамики многолетнемерзлых пород // Дистанционные фотографические и сканерные методы при гидрогеологическом и инженерно-геологическом картировании.— М.: Наука, 1983.— С. 90—91.
- Никольская В. В., Чичагов В. П.** Древние перигляциальные явления в бассейне Амура // Вопросы криологии при изучении четвертичных отложений.— М.: Наука, 1962.— С. 45—52.
- Новиков И. Д.** Эволюция Вселенной.— 2-е изд.— М.: Наука, 1983.— 192 с.
- Новое** в картографировании природной среды по материалам космических съемок // Тр. Госцентра «Природа».— 1983.— Вып. 5.— 175 с.
- Озерский А. Н.** Особенности составления региональной гидрогеологической карты территории КАТЭК // Картографическое обеспечение регионального народно-хозяйственного процесса.— Иркутск, 1985.— С. 39—42.
- Орлов В. И.** Анализ динамики природных условий и ресурсов.— М.: Наука, 1978.— 120 с.
- Палеомагнитология.**— Л.: Недра, 1982.— 312 с.
- Перельман А. И.** Геохимия.— М.: Высш. шк., 1978.— 423 с.
- Пластинин Л. А.** Аэрокосмический мониторинг и комплексные исследования динамики геосистем // Аэрокосмические и наземные исследования динамики природных ресурсов Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1984.— С. 10—17.
- Пластинин Л. А., Абалаков А. Д., Ступин В. П.** Дистанционные методы изучения экзогенных геологических процессов в зоне хозяйственного освоения БАМ // Проблемы хозяйственного освоения зоны БАМ. Инженерная геология и сейсмология.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1981.— С. 128—143.
- Пластинин Л. А., Абалаков А. Д., Тужикова Т. Н.** Картографирование экзогенных геологических процессов с использованием аэрокосмических материалов // Космические исследования природных комплексов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983.— С. 164—172.
- Пластинин Л. А., Войтошиков В. А., Латышов В. П., Плюснин В. М.** Аэрофотогеодезические методы изучения склоновых физико-геологических процессов в горном районе БАМа // Инженерно-геологические и мерзлотные исследования Дальнего Востока в районе БАМа.— Хабаровск, 1978.— С. 121—128.
- Пластинин Л. А., Космакова О. П., Михеев В. С.** Аэрокосмические методы и материалы в географических исследованиях Сибири // Аэрокосмические и картографические методы в исследовании окружающей среды.— Л.: ГО СССР, 1980.— С. 14—16.
- Пластинин Л. А., Мангазеев В. Я., Коломыцев И. С.** Аэрокосмическая информация в изучении нивально-гляциальных рельефообразующих процессов на БАМе (Северное Забайкалье) // Аэрокосмические и наземные исследования динамики природных процессов Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1984.— С. 35—41.
- Пластинин Л. А., Плюснин В. М., Ступин В. П.** Аэрокосмические методы и материалы в изучении экзогенных процессов в горных районах БАМа // Исследование Земли из космоса.— 1981.— № 1.— С. 22—26.
- Плюснин В. М.** Опыт применения аэрофотометодов в изучении склоновых процессов горных районов БАМ // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск, 1979.— С. 136—143.
- Плюснин В. М.** Аэрокосмические методы изучения гольцов Северного Забайкалья // Аэрокосмические методы в географических исследованиях Сибири и Дальнего Востока.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1981.— С. 97—100.
- Плюснин В. М.** Дифференцирование гольцовых геосистем районов освоения в Северном Забайкалье с использованием космических фотоснимков // Географические проблемы формирования ТПК Восточной Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1982.— С. 174—177.
- Плюснин В. М.** Классификация гольцовых геосистем // География и природ. ресурсы.— 1983.— № 4.— С. 130—137.
- Плюснин В. М.** Применение дистанционных методов в изучении ландшафтной структуры и динамики гольцов Северного Забайкалья // Аэрокосмические и наземные

- исследования динамики природных процессов Сибири.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1984.— С. 51—58.
- Полынов Б. Б. Руководящие модели современного учения об оборудовании и развитии почв // Почвоведение.— 1948.— № 1.— С. 3—20.
- Почвенно-географическое районирование СССР.— М.: Изд-во АН СССР, 1962.— 422 с.
- Преображенский В. С. Хребет Удокан // Природные условия освоения севера Читинской области.— М.: Наука, 1962.— С. 52—70.
- Преображенский В. С. Современное позднеледниковье Станового нагорья // Материалы 8 Всесоюзного междуведомственного совещания по геокриологии.— Якутск, 1966.— Вып. 3.— С. 121—128.
- Проблемы космической биологии.— М.: Наука, 1982.— Т. 43: Влияние космической активности на биосферу.— 240 с.
- Реутов Е. А., Чухлищев В. А., Шутко А. М. Дистанционный сверхвысокочастотный радиометрический влагомер.— М.: Наука, 1982.— 5 с.
- Садов А. В., Ревзон А. Л. Аэрокосмические методы в гидрогеологии и инженерной геологии.— М.: Недра, 1979.— 224 с.
- Сидоренко А. В. Задачи исследования природных ресурсов Земли космическими методами // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.— С. 7—14.
- Сидоренко А. В. Новое в учении о биосфере // Будущее науки.— М.: Знание, 1981.— Вып. 14.— С. 175—186.
- Сидько А. Ф., Филимонов В. С., Сидько Ф. Я., Рубцов П. Д. Полевой двухлучевой дифференциальный спектрофотометр // Журн. прикл. спектроскопии.— 1978.— Т. 29, вып. 5.— С. 943—948.
- Скатерщиков С. В., Амелин А. В., Концов С. В. и др. Карты современного состояния природных ресурсов и антропогенных ландшафтов // Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды.— М.: Недра, 1982.— С. 45—59.
- Сладковцев С. А. Картографирование экзогенной динамики рельефа по космическим снимкам // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1984.— № 1.— С. 117—125.
- Смирнов Л. Е. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков.— М.: Наука, 1967.— 214 с.
- Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1975.— 100 с.
- Снытко В. А., Семенов Ю. М., Мартынов А. В. Ландшафтно-геохимическое районирование и прогноз изменения геосистем // География и природ. ресурсы.— 1984.— № 3.— С. 18—28.
- Снытко В. А., Семенов Ю. М., Семенова Л. Н., Мартынов А. В. Ландшафтно-геохимический анализ состояния геосистем // География и природ. ресурсы.— 1983.— № 3.— С. 23—28.
- Современная проблема дистанционных исследований геосистем.— М.: Наука, 1983.— 244 с.
- Сочава В. Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972а.— С. 3—17.
- Сочава В. Б. К теории классификации геосистем с наземной жизнью // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока.— 1972б.— Вып. 34.— С. 3—14.
- Сочава В. Б. Геотопология как раздел учения о геосистемах // Топологические аспекты учения о геосистемах.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974а.— С. 3—86.
- Сочава В. Б. Прогнозирование — важнейшее направление современной географии // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока.— 1974б.— Вып. 43.— С. 3—15.
- Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978.— 319 с.
- Сочава В. Б. Растительный покров на тематических картах.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.— 187 с.
- Сочава В. Б. Географические аспекты сибирской тайги.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980.— 253 с.
- Сочава В. Б., Ряшин В. А., Белов А. В. Главнейшие природные рубежи в южной части Восточной Сибири // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока.— 1963.— Вып. 4.— С. 19—24.
- Сочава В. Б., Тимофеев Д. А. Физико-географические области Азии // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока.— 1968.— Вып. 19.— С. 3—19.
- Справочник по климату СССР.— Л.: Гидрометеоиздат, 1966.— Вып. 24, ч. II.— 400 с.
- Справочник по климату СССР.— Л.: Гидрометеоиздат, 1968.— Вып. 24, ч. IV.— 361 с.
- Тепловая аэросъемка в гидрогеологии и инженерной геологии.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984.— 38 с.
- Токарев С. А. Леса Чарской котловины.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1969.— 160 с.
- Толстых Е. А. Принципы паспортизации при изучении экзогенных геологических процессов // Изучение и прогноз экзогенных геологических процессов.— М.: Наука, 1980.— С. 72—79.

- Толчельников Ю. С.** Задачи разработки ландшафтного метода картирования почв с использованием аэроснимков // География и природ. ресурсы.— 1982.— № 4.— С. 115—120.
- Тюлина Л. Н.** О типах поясности растительности на западном и восточном побережье Северного Байкала // Геоботанические исследования на Байкале.— М.: Наука, 1967.— С. 5—44.
- Тюлина Л. Н.** Влажный Прибайкальский тип поясности растительности.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976.— 317 с.
- Флоренсов Н. А., Олюнин В. Н.** Рельеф и геологическое строение // Предбайкалье и Забайкалье.— М.: Наука, 1965.— С. 23—98.
- Франк Н. А., Сидько Ф. Я., Луканев А. В., Апонсенко А. Д.** Погружные одно- и двухлучевой флуориметры ПФл-1 и ПФл-2 // Оптические методы изучения океана и внутренних водоемов.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.— С. 300—303.
- Фридланд В. М.** Об уровнях организации почвенного покрова и системы географии почв // Вopr. географии.— 1977.— Вып. 104.— С. 139—152.
- Фридланд В. М., Будина Л. П., Рубцова Л. П. и др.** Изображение структуры почвенного покрова на почвенных картах различного масштаба // Структура почвенного покрова и ее значение для картирования почв, учета и использования почвенных ресурсов.— Кшиинев: Штиинца, 1980.— С. 27—30.
- Чижевский А. Л.** Земное эхо солнечных бурь.— М.: Мысль, 1976.— 367 с.
- Шац М. М.** Ландшафтная индикация мерзлых пород в пределах среднесибирской части зоны БАМа // Геокриологические условия зоны Байкало-Амурской магистрали.— Якутск: Ин-т мерзлотовед. СО АН СССР, 1980.— С. 16—31.
- Шац М. М., Дорофеев И. В.** Схема использования аэрокосмической информации при геокриологических исследованиях // География и природ. ресурсы.— 1985.— № 1.— С. 174—178.
- Шевырнов А. П., Ченилов В. В., Молвинских С. Л., Твердохлебов Н. Н.** Бортовой программно-управляемый спектрофотометр в морских биофизических измерениях // Тезисы докладов на I Всесоюзном биофизическом съезде.— М.: Наука, 1982.— Т. 4.— С. 105.
- Шилин Б. В.** Тепловая аэросъемка при изучении природных ресурсов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1980.— 244 с.
- Эйген М., Шустер П.** Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул.— М.: Мир, 1983.— 270 с.
- Южная Якутия/Под ред. В. А. Кудрявцева.**— М.: Изд-во МГУ, 1975.— 444 с.
- Яншин А. Л.** Предисловие // Прогноз антропоэкологической ситуации с помощью космических средств (Материалы I Всесоюзного совещания по космической антропоэкологии. Новосибирск, 1982 г.).— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982.— С. 3—4.
- Яншин А. Л., Зятькова Л. К.** Развитие и использование аэрокосмических исследований природных явлений и ресурсов в Сибири и на Дальнем Востоке // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.— С. 40—48.
- Яншин А. Л., Зятькова Л. К.** Развитие космических методов исследований природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока // Прогноз антропоэкологической ситуации с помощью космических средств.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982.— С. 28—36.

Предлагаемый обзор литературы объединил в основном публикации 1970—1980 гг., посвященные применению аэрокосмических фотоматериалов при исследовании природных ресурсов.

Библиография подобрана по следующим темам:

- методы дистанционных исследований;
- использование космической информации в тектонике при изучении особенностей глубинных структур и разрывных нарушений; новейшей тектоники и современных тектонических движений;
- использование космической информации при тематическом картировании.

Приведенный обзор литературы поможет исследователям в дальнейшей разработке проблемы усовершенствования комплексных методов дистанционных исследований природных ресурсов. Обзор подготовлен Л. К. Зятьковой, Р. В. Березовской, А. А. Мистрюковым при активном содействии сотрудников библиотеки Института геологии и геофизики СО АН СССР.

1. МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Алексеева И. Н., Назиров М. К. Методике оценки пространственно-временной динамики замутненных вод по многозональным космическим изображениям // Тр. ГосНИИЦИПР.— 1979.— Вып. 8.

Альтер С. П. О методах дешифрирования, дешифровочных признаках и основных этапах дешифровочного процесса // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1967.— Вып. 4.

Амурский Г. И., Тевелев А. В. Методические вопросы дешифрирования космических снимков Юго-Западного Гиссара и Сурхандарьинской впадины // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Асоян Д. С., Скарятин В. Д. Геолого-геоморфологическое дешифрирование глобальных космических фотоснимков Земли, полученных АМС «Зонд-5» // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1973.— № 5.

Астахов В. И., Кудрявцева Е. Н. Влияние природных условий на геологическую информативность дистанционных методов // Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов: Методическое пособие.— Л.: Недра, 1978.

Афанасьев В. Н., Блинов А. Ф. Методы фильтрации аэро- и космических снимков.— М.: ВИЭМС, 1980.

Афанасьева Н. С., Фараджев В. А. Сочленение Южного Тянь-Шаня, Таримской платформы и Памира по данным дешифрирования космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Аэрометоды геологических исследований: Методическое руководство.— Л.: Недра, 1971.

Аэрометоды исследования местности.— М.: Недра, 1966.

Баранова А. И., Зубенко Ф. С., Кудрявцева Е. Н. и др. Изучение

физико-геологических процессов на побережьях и берегах водохранилищ по аэроснимкам: Методическое пособие.— Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1967.

Бахвалов В. М., Кузнецов В. В., Марковский В. Л. Спектральные контрасты природных объектов степного ландшафта и выбор фотографического материала для аэрофотосъемки при гидрологических исследованиях // Исследование свойств природных объектов и их аэрофотографического изображения.— Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1970.

Башилова И. И. Использование телевизионных снимков, полученных с метеорологических спутников для изучения геологического строения Земли // Космическая тектоника.— М.: Наука, 1973.

Береговой Г. Т., Киенко Ю. П. Изучение природных ресурсов Земли методами дистанционного зондирования // Геодезия и картография.— 1977.— № 4.

Березкина Л. И. Опыт геологического дешифрирования аэроснимков по взаимосвязи горных пород с рельефом // Аэрометоды при поисках полезных ископаемых и геологии картирования.— М.; Л.: Наука, 1964.

Богородский С. М. Методика и результаты структурно-геологического анализа Устюрта и Южного Мангышлака по материалам аэрокосмических съемок: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— М., 1976.

Богородский С. М., Буклин В. В., Козлов В. А., Соловьева Л. И. Некоторые вопросы методики использования космических снимков (по результатам работ на комплексных геологических полигонах) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Божко Н. А. Космическая геология — новый метод исследования Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1979.— № 10.

Борисоглебский Г. И., Ковда А. В., Копцева Н. Н. О возможности использования коэффициентов яркости природных образований при дешифрировании космических изображений // Тр. ГосНИЦИПР.— 1980.— Вып. 8.

Быстревская С. С., Семенюк Н. П. Методика комплексного дешифрирования аэрокосмических материалов и некоторые результаты тектонического анализа Украинского щита // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Викторов С. В., Раученко Э. К., Садов А. В. и др. Аэроландшафтные методы изучения экзогенных процессов в горных странах // Материалы научно-технического совещания по вопросу методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней.— Душанбе: Дониш, 1970.

Виноградов Б. В. Космические методы в географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1972.— № 3.

Виноградов Б. В., Григорьев Ал. А. Космические методы изучения природной среды // Теоретические и общие вопросы картографии.— М.: ВИНТИ, 1974.

Виноградов Б. В., Кондратьев К. Я. Космические методы землеведения, пути их разработки и применения для изучения природных ресурсов // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1970.— № 2.

Виноградов Б. В., Кондратьев К. Я. Космические методы землеведения.— Л.: Гидрометеопиздат, 1971.

Воевода В. М. Определение крутизны склонов и элементов залегания пластов горных пород при дешифрировании аэроснимков // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1962.— № 3.

Воевода В. М., Глиндзич В. А. Пособие по фотограмметрическим работам при геологическом дешифрировании.— М.: Недра, 1967.

Волчанская И. К. Использование метода морфоструктурного анализа при дешифрировании космических снимков // Анализ космических снимков при тектонико-магматических и металогеогенных исследованиях.— М.: Наука, 1979.

Волчанская И. К., Сапожникова Е. Н. Сопоставление результатов

морфоструктурного анализа с дешифрированием космических снимков // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Вопросы методики аэрокосмических съемок местности/Под ред. Л. М. Гольдмана.— М.: МФГО, 1979.

Высоцкий Б. Л. Аэрофотометод при геологических исследованиях.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.

Гальперов Г. В. Критерии оценки территорий по степени геологической дешифрируемости // Аэрометоды геологических исследований.— Л.: Недра, 1971.

Ганкевич А. В. Космические методы и средства для исследования природных ресурсов // Итоги науки и техники. Ракетостроение.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. 4: Использование космической техники в прикладных целях.

Гвоздецкий Н. А., Чалая И. П. Индикация горных пород по рисунку гидрографической и долиновой сети // Тр. МОИП.— 1970.— Т. 36.

Гонин Г. Б. Количественная оценка обзорности и генерализации изображения при дешифрировании аэроснимков Земли // Географическое исследование с помощью космических аппаратов.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1971.

Гонин Г. Б., Кольцов В. В., Мелешко К. Е. и др. Подспутниковые эксперименты // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Гонин Г. Б., Погодина Л. И. Учет масштабных искажений космического фотоснимка при его дешифрировании // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Гонин Г. Б., Стрельников С. И., Яковлев Н. А. и др. Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Гонин Г. Б., Яковлев Н. А. Телевизионная съемка // Аэрометоды геологических исследований.— Л.: Недра, 1971.

Гонин Г. Б., Яковлев Н. А., Грищук Э. М. и др. Особенности технологии геологического дешифрирования // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Гонин Г. Б., Яковлев Н. А. Закономерности генерализации на космических фотоснимках изображений некоторых индикаторов геологического строения // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Господинов Г. В. Дешифрирование аэроснимков.— М.: Изд-во МГУ, 1961.

Григорьев Ал. А. Применение количественных методов при дешифрировании аэроснимков // Аэросъемка и ее применение. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967.

Григорьев Ал. А. Опыт геоморфологической интерпретации космических изображений Земли // Материалы 5 съезда географического общества СССР.— Л.: ГО. Ленингр. отд-ние, 1970.

Григорьев Ал. А. Возможности физико-географической интерпретации телевизионных изображений с искусственных спутников Земли // Изв. АН СССР. Сер. геог.— 1972.— № 5.

Гридин В. И. Методика, технология и результаты структурного дешифрирования материалов аэрофотосъемки при изучении неотектонического и глубинного строения // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы.— Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Гудилин И. С. Дешифрирование рельефа как индикатора элементов геологического картирования // Тр. МОИП.— 1970.— Т. 36.

Гудилин И. С. Дешифрирование рельефа как индикатора элементов геологического строения // Индикационные географические исследования.— М.: Наука, 1971.

Гудилин И. С., Запорожец В. А. Индикационное дешифрирование космических снимков для инженерно-геологических целей // Аэрометоды в географии.— М.: Наука, 1974.

Гурьева З. П., Петров К. М., Марков В. В. Аэрофотометоды геолого-геоморфологического исследования внутреннего шельфа и берегов морей.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976.

Десинов Л. В., Посенко Г. А., Гречко Г. М. и др. Гляциологические исследования и эксперименты на орбитальной станции «Салют-6» // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.

Дешифрирование четвертичных отложений Русской равнины: Методическое пособие.— М.; Л.: Наука, 1966.

Дистанционные методы изучения геосистем/Под ред. А. М. Грина.— М.: Ин-т геогр. АН СССР, 1978.

Доливо-Добровольский А. В. Основные проблемы и новые разработки в области методики комплексирования аэрокосмометодов при геологических исследованиях // Пути повышения эффективности геолого-съёмочных и поисковых работ.— М.: Наука, 1973.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. П. Роль космических снимков в изучении линейных и кольцевых структур земной коры // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Дубинчук В. Т. О возможности определения характеристик селевых потоков при помощи космического излучения // Инж. геология.— 1980.— № 2.

Елисеев Ю. Б. К проблеме аэрофотогеологического картирования экзогенных процессов // Тр. ВПНИ гидрогеологии и инж. геологии.— 1978.— Вып. 120.

Еремин В. К. Аэрометоды, используемые при геологических исследованиях // Аэрометоды геологических исследований.— Л.: Недра, 1971.

Еремин В. К., Брюханов В. Н. Значение и место космических методов в региональных геологических исследованиях и изучении природных ресурсов // Использование информации, получаемой из космоса, для решения геологических задач.— М.: ВИЭМС, 1976.

Еремин В. К., Брюханов В. Н., Махин Г. В., Можаяев Б. Н. Состояние и основные задачи развития аэро- и космических методов в геологии // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Еремин В. К., Кац Я. Г. О методах космической геологии // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Заитов И. Р. Аэрофотометоды в географических исследованиях.— М.: Наука, 1974.

Зальцова Л. С., Назиров М. Некоторые дешифровочные признаки динамики снежного и ледяного покрова // Космическая геофизика.— Л.: Гидрометеониздат, 1978.

Зятькова Л. К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.

Зятькова Л. К. Структурная геоморфология Западной Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.

Зятькова Л. К. Геолого-геоморфологическая интерпретация дешифрирования космических снимков с целью изучения проявления новейших тектонических движений // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.

Зятькова Л. К. Методы структурно-геоморфологических исследований современных тектонических движений с использованием аэрокосмических материалов // Современные движения земной коры. Теория. Методы, прогноз.— М.: Наука, 1980.

Зятькова Л. К. Структурная геоморфология и ее основные проблемы в связи с использованием аэрокосмической фотoinформации (на при-

мере Западной Сибири) // Космические исследования природных комплексов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983.

Зятькова Л. К. Речные долины и структурно-геоморфологический анализ с применением аэрокосмической фотонформации (на примере Западной Сибири) // Космические методы изучения природной среды Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983.

Зятькова Л. К. Применение аэрокосмической информации при комплексных структурно-геоморфологических исследованиях (на примере Западной Сибири) // Новейшая тектоника Сибирской платформы и ее влияние на нефтегазоносность.— М.: Наука, 1985.

Зятькова Л. К. Развитие тематического картирования в структурной геоморфологии // Картографические методы в научных исследованиях.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986.

Зятькова Л. К. Применение дистанционных исследований в изучении динамики природных процессов в пределах структурно-геоморфологических комплексов Западной Сибири // Дистанционные исследования рельефа Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.

Зятькова Л. К. Дистанционные исследования рельефа Сибири // Дистанционные исследования рельефа Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.

Зятькова Л. К. Методы дистанционных исследований переходных зон сочленения платформ и орогенов Сибири // Методы комплексных аэрокосмических исследований Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.

Зятькова Л. К. Комплексные структурно-геоморфологические методы обработки аэрокосмической фотонформации для решения геологических задач // Методы комплексных аэрокосмических исследований Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.

Зятькова Л. К., Березовская Р. В. Тематическое картирование с применением космической фотонформации при сейсмических исследованиях и изучении новейшей тектоники // Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984.

Зятькова Л. К., Яншин А. Л. Развитие и использование аэрокосмических исследований природных явлений и ресурсов Сибири // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.

Зятькова Л. К., Яншин А. Л. Применение аэрокосмической информации при геологических исследованиях Сибири.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1981.

Зятькова Л. К., Яншин А. Л. Применение аэрокосмической информации при геологических исследованиях Сибири // Геология и геофизика.— 1983.— № 2.

Исмаилов Т. К. Развитие методов и средств подспутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.

Истомин Г. А. Разрешающая способность и дешифрируемость аэроснимков // Тр. ЦНИИГАиК.— 1970.— Вып. 107.

Кац Я. Г., Курдиновский О. Ю., Рябухин А. Г. и др. К проблеме оценки экономической эффективности космических методов в геологических исследованиях // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1976.— № 5.

Кац Я. Г., Козлов В. В., Сонин И. И., Трофимов Д. М. Методика геологического дешифрирования многозональных космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Кац Я. Г., Рябухин А. Г., Трофимов Д. М. Космические методы в геологии.— М.: Изд-во МГУ, 1976.

Келль Н. Г. Измерительное дешифрирование аэроснимков в полевых условиях.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959.

Келль Л. Н., Комаров В. Б. Современное состояние и пути развития аэрометодов в Советском Союзе // Аэросъемка и ее применение.— М.: Недра, 1967.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И. Исследование природных ресурсов Земли методами космической съемки // Метеорология и гидрология.— 1974.— № 10.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И. Метод многозональной космической съемки в современных исследованиях природной среды // Вестн. МГУ. Сер. геогр.— 1977.— № 5.

Козлов В. В., Перминова В. Н., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Применение дистанционных методов для решения различных геологических задач за рубежом.— М., 1979.— (Обзор ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Использование дистанционных методов при палеовулканологических реконструкциях // Методы составления палеовулканологических карт. Глобальные палеовулканологические реконструкции: Тез. III Всесоюзного палеовулканологического симпозиума.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.

Комаров В. Б. Современные аспекты развития дистанционных методов геологических исследований // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Кондратьев К. Я., Белявский А. И., Покровский О. М. Возможности оптимального планирования многоцелевой космической съемки // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1979.— № 3.

Кондратьев К. Я., Васильев О. Б. Опыт анализа данных спутника природных ресурсов // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1973.— № 5.

Копп М. Л. Общие принципы геологического дешифрирования изображений земной поверхности, полученных дистанционными методами // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Космакова О. П., Пластинин Л. А. Системы и признаки дешифрирования геосистем на аэрокосмических фотоснимках // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Космическая съемка и тематическое картографирование. Методика обработки многозональных снимков.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Краснов И. И. Применение аэрометодов при изучении и съемке четвертичных отложений // Краткое полевое руководство по комплексной геологической съемке четвертичных отложений.— М.: Изд-во АН СССР, 1957.

Лютый А. А., Ворожейкин А. П. Подходы к оценке тематической дешифрируемости космической фотоинформации // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1980.— № 1.

Мелешко К. Е. К оценке инвариантности спектрофотометрических характеристик природных объектов // Аэрофотосъемка — метод изучения природной среды.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1973.

Мелькановичский И. М., Садов А. В. Возможности комплексного использования космических и геофизических методов при региональных гидрогеологических исследованиях // Вод. ресурсы.— 1979.— № 5.

Мельников Е. С., Садов А. В. Аэрометоды в инженерной геологии.— М.: Недра, 1964.

Методические указания по инженерно-геологическому дешифрированию аэроснимков при изысканиях дорог в песчаных пустынях.— М.: ЦНИИС, 1971.

Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов/Под ред. С. С. Шульца.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1977.

Методы дешифрирования природных объектов по их многозональным изображениям // Тр. ГосНИЦИПР.— 1976.— Вып. 2.

Методы обработки и интерпретации аэрокосмической информации о природных ресурсах/Под ред. Н. К. Винниченко.— Л.: Гидрометеопиздат, 1979.

Мирошниченко В. П. Применение аэрометодов в геологии // Труды лаборатории аэрометодов.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1959.— Т. 8.

Мирошниченко В. П., Шульц С. С. Аэрометоды изучения новейшей тектоники // Неотектоника СССР.— Рига: Изд-во АН СССР, 1961.

Михайлов А. В., Рамм Н. С. Аэрометоды при геологических исследованиях.— М.: Недра, 1975.

Мишев Д. Н. Спектральные отражательные характеристики природных образований и их применение для целей дистанционного исследования Земли // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.

Многозональная аэрокосмическая съемка и ее использование при изучении природных ресурсов/Под ред. Ю. Ф. Кпизжникова.— М.: Изд-во МГУ, 1976.

Можаев Б. Н. Геоморфологические аномалии, их выявление и интерпретация // Геоморфология.— 1970.— № 2.

Можаев Б. Н. О некоторых нерешенных вопросах методики геологической интерпретации космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1979.— № 1.

Можаев Б. Н. Аэро- и космогеологические исследования в геолого-разведочном процессе // Сов. геология.— 1980.— № 4.

Можаева В. Г. Количественные показатели при геоморфологическом дешифрировании аэроснимков аридной зоны // Пробл. освоения пустынь.— 1970.— № 5.

Несветайлова Н. Г., Садов А. В. Место ландшафтно-индикационных исследований при специальном дешифрировании аэрофотоснимков // Тр. МОИП.— 1970.— Т. 36.

Несветайлова Н. Г., Садов А. В. Понятие дешифровочных признаков и содержание процесса инженерно-геологического дешифрирования аэрофотоснимков // Науч. тр. ЦНИИСа.— 1970.— № 25.

Новые методы получения информации различными дистанционными приемниками и ее обработка для решения геологических задач: Реферат. сб.— М., 1972.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Номоконова В. Ф., Трофимов Д. М., Углев Ю. В. и др. Фотографическая фильтрация — метод повышения геологической информативности космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 11.

О геологической информативности многозональных фотосканерных снимков малого разрешения, полученных с ИСЗ «Метеор» (с каталогом снимков).— М., 1979.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование: Вып. 9—10).

Петраковский И. А., Хлебопрос Р. Г., Исаев А. С. Анализ спектральных отражательных характеристик природных образований при дистанционном исследовании // Исследование таежных ландшафтов дистанционными методами.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.

Петрусевиц М. Н. Аэрометоды при геологических исследованиях.— М.: Госгеолтехиздат, 1962.

Применение дистанционных методов при геологических исследованиях/Под ред. В. И. Павлова, С. И. Стрельникова.— Л.: ВСЕГЕИ, 1978.

Райзер П. Л. Опыт приложения теории познания и логики к дешифрированию аэроснимков // Комплексное дешифрирование аэроснимков.— М.; Л.: Наука, 1964.

Рамм Н. С., Черкасов И. А. Аналитический способ определения элементов залегания и мощностей пластов горных пород по аэроснимкам // Прикладная фотограмметрия.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969.

Раскатов Г. И. «Космические методы в геологии» — новое учебное пособие // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1977. — № 7.

Раскатов Г. И., Холмовой Г. В. Поверхности выравнивания в рельефе ЦЧО, их дешифровочные признаки и значения для структурного анализа // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Ревзон А. Л. Методика анализа материалов аэрофотосъемки для оценки современной активности карстовых и оползневых процессов // Геоморфология. — 1975. — № 3.

Ромашов А. А., Ботова О. Ю., Грибеникова Т. Г. Методика дешифрирования линейamentos при аэро- и космогеологическом картировании в закрытых нефтегазоносных регионах // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1980. — № 10.

Румянцева Э. Ф. Опыт индикационного дешифрирования космических снимков Северо-Западного Кавказа // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1978. — № 10.

Рябухин А. Г. Специальные методы дистанционного изучения Земли для геологических целей // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1973. — № 7.

Садов А. В. Основные принципы дешифрирования селевых очагов по материалам аэрофотосъемки // Бюл. Моск. фил. геогр. о-ва СССР. Сер. аэрометоды в геогр. исслед. — 1969. — Вып. 3.

Садов А. В. Использование аэрометодов при изучении селей // Методическое руководство по изучению селей. — М.: Наука, 1970.

Садов А. В. Аэрометоды изучения селей. — М.: Недра, 1972.

Садов А. В. Проблемы распознавания в инженерно-геологическом дешифрировании аэроснимков // Бюл. Моск. фил. геогр. о-ва СССР. Сер. аэрометоды в геогр. исслед. — 1972.

Садов А. В., Елисеев Ю. Б. Применение материалов аэрофотосъемки при изучении осыпей в горных районах // Бюл. НТИ ВИЭМС. Сер. 8. Гидрогеол. и инж. геол. — 1969. — № 8.

Садов А. В., Ермолаева Л. А. Применение аэрометодов при изучении селей // Бюл. НТИ ВИЭМС. Сер. 8. Гидрогеол. и инж. геол. — 1969. — № 4.

Садов А. В., Ревзон А. Л. Принципы распознавания оползневых процессов по материалам аэрофотосъемки // Вестн. МГУ. Сер. геогр. — 1972. — № 5.

Садов А. В., Ревзон А. Л. Основные направления инженерно-геологического изучения экзогенных процессов аэроландшафтным методом // Проблемы инженерной геологии в связи с рациональным использованием геологической среды. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976.

Садов А. В., Федоренко В. С. Основные направления применения космических методов в инженерной геологии // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1978. — № 10.

Садов А. В., Ходжаев М. Г., Радченко Э. К. и др. Опыт применения аэроландшафтных методов при картировании и прогнозировании оползней в горных районах. — М., 1972. — (Экспресс-информация ВИЭМС. Сер. 8. Гидрогеол. и инж. геол.; Вып. 7).

Сажин С. И. О способе геометрического преобразования многозональной спутниковой информации // Тр. ГосНИЦИПР. — 1979. — Вып. 5.

Сапожникова Е. И. Геоморфологические аспекты дешифрирования литологических комплексов // Анализ космических снимков при тектономагматических и металлогенических исследованиях. — М.: Наука, 1979.

Сахатов В. З., Скублова Н. В., Яковлев Н. А. Аэрометоды изучения элементов тектонического строения // Аэрометоды геологических исследований. — Л.: Недра, 1971.

Севастьянов В. П., Хаин В. Е., Ярмолюк В. А. Значение космических методов в геологических исследованиях // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Серापипас Б. Б. Геометрическая точность сканерных изображений // Геодезия и картография.— 1978.— № 12.

Сидоренко А. В., Хаин В. Е. Основные направления и задачи развития космических методов геологических исследований // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Симонова Г. М. Обнаружение и опознавание малых объектов на аэрокосмических снимках // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Скублова Н. В. Дешифрирование четвертичных отложений // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Скублова Н. В. Геоморфологическое дешифрирование // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Смирнов Л. Е. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1967.

Смирнов Л. Е. Аэрокосмические методы географических исследований.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1975.

Соколова В. Б. Дешифрирование литологических комплексов под покровом четвертичных отложений // Сов. геология.— 1973.— № 8.

Соловьева Л. И., Богородский С. М., Бурлакова Г. С. и др. Методика индикационного дешифрирования разномасштабных аэрокосмических снимков и топографических карт как основа структурно-геологического анализа закрытых районов (на примере Устюрта). // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Стрельников С. И. Некоторые вопросы методики использования материалов радиолокационной аэросъемки при геологических исследованиях // Сов. геология.— 1972.— № 3.

Стрельников С. И., Яковлев Н. А., Кобец С. И. и др. Особенности методики геологического дешифрирования // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Тарасенкова Л. В., Колинчева Е. А. Применение стереоприборов при геологическом дешифрировании космических снимков // Использование космических методов в геологических исследованиях.— Л.: Недра, 1975.

Трифонов В. Г. О разработке методики геологического дешифрирования космических изображений Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Трифонов В. Г., Бызова С. Л. и др. Вопросы методики геологического дешифрирования космических изображений Земли // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология. М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Трофимов Д. М. Особенности литолого-петрографического дешифрирования космофотоснимков и некоторые аспекты использования их для палеотектонического анализа и геокартирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Тяшкевич И. А. Аэрогеологические и морфометрические методы изучения зон разрывных нарушений северной части Старобинского месторождения калийных солей и их положение в современном рельефе // Проблемы унаследованности тектонических структур в Прибалтике и Белоруссии.— Таллин, 1979.

Углев Ю. В., Номоконова В. Ф. Комплекс методов фотографического преобразования аэрофотоизображений при дешифрировании.— М., 1973.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 8).

Юрд П., Итон Дж., Эндо Э. и др. Создание, проверка и оценка опытной системы наблюдения за вулканами // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Фомин В. И. Фотогеологическое изучение вулканических поясов.— М.: Недра, 1979.

Хватов А. И. Совершенствование аэрогеологических исследований путем получения объемной информации в виде интерферограмм // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы.— Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Царенко П. Т. Некоторые результаты применения наземных исследований в синхронных подспутниковых экспериментах // Науч. тр. Ин-та геол. и разраб. горючих ископаемых АН СССР.— 1979.— Вып. 22.

Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии, МГК, Париж, 1980 г./Отв. ред. И. И. Краснов.— М.: Наука, 1980.

Чикишев А. Г. Применение аэрометодов в карстоведении // Геоморфология.— 1973.— № 1.

Шарков В. В. Применение аэрометодов при исследованиях четвертичных отложений // Методическое руководство по изучению и геологической съемке четвертичных отложений.— М.: Наука, 1955.— Ч. 2.

Шмельков К. И. Оценка искажений в космических телевизионных системах, обусловленных возмущениями ориентации ИСЗ // Тр. ГосНИЦИПР.— 1977.— Вып. 3.

Яковлев Н. А. Дешифрирование дочетвертичных горных пород // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Яковлев Н. А., Стрельников С. И. Общие принципы геологического дешифрирования // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ТЕКТЕНИКЕ

Изучение тектонических особенностей глубинных структур

Абросимов И. К., Богородский С. М., Востокова Е. А. Ландшафтные взаимосвязи и их использование при дешифрировании материалов аэро- и космических съемок для изучения глубинного строения западной части Туранской плиты // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Акимова Е. В., Берлянд А. М., Волчанская И. К. Анализ тектонической трещиноватости по картографическим и аэрокосмическим материалам в прогнозах металлогенических исследований // Сов. геология.— 1976.— № 7.

Александров С. М. Сравнительный анализ морфоструктур внутриконтинентальной и континентально-океанической шовных (переходных) зон // Геоморфология.— 1978.— № 3.

Алексеев В. Р., Кочен В. С., Шпак Н. С. Новый морфоструктурный элемент Забайкалья по данным космических снимков // Сов. геология.— 1978.— № 9.

Анализ космических снимков при тектономагматических и металлогенических исследованиях/Под ред. И. А. Томсона.— М.: Наука, 1979.

Артамонов М. А., Рихтер Р. Г. Разломная тектоника Балтийской синеклизы и прилегающих территорий по космическим и геолого-геофизическим данным // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Астахов В. И. Структура Северного плейстоцена по данным кос-

мических и высотных съемок // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 5.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Новейший структурный план и рельеф Западной Сибири по данным телевизионной космической съемки // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТИ, 1976.— Т. V.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Применение телевизионных космических снимков для исследования тектоники Приенисейской Сибири // Геология и геофизика.— 1975.— № 5.

Баратов Р. Б., Пашков Б. Р., Ишанов М. Х. Новые структурные элементы, выявленные по космическим снимкам Памира // Докл. АН СССР.— 1978.— Т. 243, № 2.

Баскина В. А. Особенности магматизма сквозных структурных элементов, установленных при дешифрировании космических снимков // Анализ космических снимков при тектонико-магматических и металлогепических исследованиях.— М.: Наука, 1979.

Башенина И. В., Тальская Н. И., Михайловская М. Г. Морфоструктуры Армянского нагорья и их отражение на космических снимках // Региональная геоморфология районов нового освоения.— М.: Наука, 1979.

Башилова И. И., Буш В. А., Глуховский М. З. и др. Возможности изучения и картирования основных типов тектонических структур территории СССР (по материалам съемок из космоса) // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование.— М.: Наука, 1980.

Башилова И. И., Еремин В. К., Махин Г. В. Некоторые результаты применения изображений Земли, переданных из ближнего космоса, для изучения региональных геологических структур // Сов. геология.— 1972.— № 1.

Башилова И. И., Махин Г. В., Еремин В. К. Исследование космических телевизионных снимков — средство тектонического районирования Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Башилова И. И., Махин Г. В. Принципы построения космогенетических карт м-ба 1 : 2 500 000 — 1 : 5 000 000 на основе дешифрирования телевизионных космических снимков // Использование информации, получаемой из космоса, для решения геологических задач: Тез. докл.— М.: ВИАМС, 1976.

Белевцев Я. Н., Быстревская С. С. Опыт применения телевизионных космических снимков Земли при региональном тектоническом анализе // Геол. журн.— 1978.— Т. 38, № 2.

Белюсов В. М. Изучение подвиговых деформаций по космическим снимкам // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Богацкий В. В., Витязь В. М., Ероменко В. Я., Коллеганов Ю. М. Дистанционные исследования дизъюнктивов на примере Средней Сибири // Геология и геофизика.— 1978.— № 10.

Богданов Ю. Б., Доливо-Добровольский А. В., Леманов Е. В. Роль космических снимков при изучении движений блоков земной коры // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТИ, 1976.— Т. V.

Богородский С. М., Гаврилов В. П., Кирюхин Л. Г. и др. Строение Туранской плиты по данным комплексной интерпретации геолого-геофизических и космогеологических исследований (в связи с перспективами нефтегазонасности) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Богородский С. М., Соловьева Л. И. Анализ геологической структуры Мангышлак-Устюртского региона по материалам разномасштабных аэро- и космических съемок // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТИ, 1976.— Т. V.

Буш В. А., Гарецкий Р. Г., Кирюхин Л. Г. К тектонике Среднеевро-

пейской плиты и ее отражения по данным дешифрования космических снимков // Докл. АН СССР.— 1978.— Т. 239, № 1.

Буш В. А., Кац Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрования космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Бызова С. Л., Иванова Т. П., Копп М. Л. Примеры решения некоторых региональных геологических задач с помощью космических снимков // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1973.— Т. III.

Бызова С. Л., Копп М. Л., Расцветаев Л. М., Трифонов В. Г. Дешифрование тектонических линейментов по космическим снимкам Кавказа // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Васютина Л. Г., Кусков А. П. Строение зоны байкальских рифтов по данным космофотодешифрования // Сов. геология.— 1978.— № 8.

Васютина Л. Г., Кусков А. П. О мезозойских и кайнозойских впадинах района БАМ по данным дешифрования космических снимков // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Ведешин Л. А., Иванов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. «Союз-22». Новый вклад в космическое земледование // Природа.— 1977.— № 3.

Великанов В. А., Иванченко В. Я. Возможности структурно-геоморфологического и ландшафтного дешифрования аэрофотоматериалов для изучения тектонического строения осадочного чехла Подольского Приднестровья // Тектоника и стратиграфия.— Киев: Наук. думка, 1978.— Вып. 2.

Виноградов Б. В. Система и развитие аэрофотографического эталонирования // Аэрофотографическое эталонирование и экстраполяция: Методическое пособие.— Л.: Недра, 1967.

Виноградов Б. В. Комплексное дешифрование изображений поверхности Земли, полученных с «Нимбус-1» // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1969.— Т. 101, № 1.

Виноградов Б. В. Глобальное дешифрование Земли // Земля и Вселенная.— 1970.— № 1.

Виноградов Б. В. Результаты комплексной интерпретации космических изображений // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. III.

Виноградова А. П. и др. Общие положения геологического дешифрования материалов аэрофотосъемки // Аэрометоды геологических исследований.— Л.: Недра, 1971.

Волчанская И. К. Сопоставление материалов дешифрования структурно-литоморфных комплексов (СЛК) с геологическими данными // Анализ космических снимков при тектономагматических и металлогенических исследованиях.— М.: Наука, 1979.

Волчегурский Л. Ф., Пронин В. Г. Возможности выявления крупных структурных форм в пределах Русской и Туранской плит (по материалам дешифрования телевизионных космических снимков) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1979.— № 9.

Волчегурский Л. Ф., Пронин В. Г. Использование космических материалов при тектоническом районировании юго-восточной части Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Геддлер В. Е., Берендеев Н. С., Белкина И. Л. Основные геоструктурные единицы восточной части Балтийского щита по данным дешифрования космических снимков // Региональная тектоника раннего докембрия СССР.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980.

Глуховский М. З. Кольцевые структуры юго-востока Сибири и их возможная природа // Геотектоника.— 1978.— № 4.

Голыздра Г. Я. Геологическое проявление напряжений в земной

коре Доно-Днепровского прогиба по результатам дешифрирования космических снимков // Докл. АН УССР.— 1978.— № 1.

Городецкая М. Е. Природная зональность и использование разносезонных и разномасштабных мелкомасштабных космических телеизображений при дешифрировании рельефа молодых платформенных равнин // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979.— № 1.

Григорьев Ал. А. Интерпретация космической фотографии Калифорнии, полученной с «Джемини-5» // Вестн. ЛГУ. Геология. География.— 1971.— № 18.

Григорьев Ал. А. Опыт геоморфологического и геологического дешифрирования космических фотографий Земли (на примере бассейна Тулароса, США) // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1979.— Вып. 102, № 5.

Грицюк Я. М. Опыт региональных структурно-тектонических исследований на основе дешифрирования космических снимков и статистической обработки характеристик рельефа (на примере Алтае-Саянской складчатой области).— М., 1978.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 12).

Грицюк Я. М., Лельчук В. И. Пространственно-статистические модели полей линеаментов, дешифрируемых на космических снимках // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Гусев Н. А. Изучение районов современного вулканизма и его связи с глубинной геологией по снимкам из космоса // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Гусев Г. С., Петров А. Ф. Некоторые результаты геологического дешифрирования космических снимков территории Якутской АССР // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Роль космических снимков в изучении линейных и кольцевых структур земной коры // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Еремин В. К., Артамонов М. А., Богородский С. М. и др. Использование космических снимков для региональных геологических исследований // Аэрокосмические исследования Земли.— М.: Наука, 1979.

Ероменко В. Я. Разрывные нарушения Сибирской платформы по данным дешифрирования телевизионных космических снимков // Тектоника Сибири.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980.

Ероменко В. Я., Каттерфельд Г. Н. Использование космических снимков при изучении региональных и глобальных систем линеаментов Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Запивалов Н. П., Беляева В. А. Возможности выявления структур в доюрских образованиях по аэро- и космическим снимкам на примере южной части Западной Сибири // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Зейлик Б. С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах.— М., 1978.— (Обзор ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Кац Я. Г., Авдеев В. Л., Белов В. П. О классификации кольцевых структур Земли // Космогенные структуры Земли.— М.: Наука, 1980.

Кац Я. Г., Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. и др. Вулканизм Марса и фазы тектономагматической активизации // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1979.— № 11.

Кац Я. Г., Скарятин В. Д., Трофимов Д. М. О суперлинеаментах Средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК.— М.: Наука, 1980.

Кикина М. А., Порошин С. В. Геологическая интерпретация дешифрирования линейных структур Азово-Каспийского региона // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1980.— № 6.

Клюпов А. Л. Результаты дешифрирования мелкомасштабных космических изображений Тюменской обл. // Пути повышения эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ в Тюменской области.— Тюмень, 1979.

Кобец Н. В., Сахатов В. З., Стрельников С. И. и др. Дешифрирование структурно-тектонических форм // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Козлов В. В., Ромашов А. А., Волчегурский Л. Ф. Использование космических снимков для решения ряда проблем тектоники Северной Африки и Аравии // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Козлов В. В., Коваленок В. В., Иващенко А. С. Разломы и кольцевые структуры юга СССР по наблюдениям с орбитальной научной станции «Салют-6» // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Особенности структуры континентальных рифтов, выявленные с помощью аэрокосмических методов // Континентальный рифтогенез. Результаты исследований по международным геофизическим проектам.— М.: Сов. радио, 1977.

Копп М. Л., Расцветаев Л. М. О линейментах, выявленных по космическим снимкам восточной части альпийского пояса // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1976.— № 11.

Космогенные структуры Земли.— М.: Наука, 1980.

Кочнева Н. Т., Тоусон П. И. О путях использования космических снимков при среднемасштабных металлогенических исследованиях // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Кропоткин П. Н. Возможная роль космических факторов в геотектонике // Геотектоника.— 1970.— № 2.

Льон Ю. А., Соловьева Л. И. Вопросы ландшафтно-индикационно-го дешифрирования космических снимков (на примере Туранской плиты) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Макаров В. И. Дешифрируемость тектонических структур областей молодого эпиплатформенного горообразования на космических снимках Земли (на примере Юго-Западного Тянь-Шаня) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Макаров В. И. Предварительная карта линейментов территории СССР // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Макаров В. И., Скоблев С. Ф. Глубинная структура земной коры на космических изображениях // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Макаров В. И., Соловьева Л. И. Перекрестный структурный план земной коры и проблема проявления ее глубинных элементов на поверхности // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Макаров В. И., Трифонов В. Г., Щукин Ю. К. Отражение глубинной структуры складчатых областей на космических снимках // Геотектоника.— 1974.— № 3.

Макаров В. И., Трифонов В. Г. О возможности использования материалов космической съемки для изучения глубинного строения земной коры // Аэрокосмические исследования Земли.— М.: Наука, 1979.

Махин Г. В. О применении материалов многоспектральных сканерных съемок для изучения геологических структур // Аэрометоды в географии.— М.: Недра, 1974.

Михайлов В. И. К вопросу о совместном применении картографического и аэрокосмического методов при изучении новейших и современ-

ных тектопических движений // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1979.— № 3.

Можаев Б. Н., Астахов В. И., Богородский С. М. Применение материалов космических съемок при геологических исследованиях плит древних и молодых платформ.— М., 1978.— (Обзор ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Морозова Л. И. Проявление Главного Уральского разлома в поле облачности на космических снимках // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Невский В. А. Кольцевые разрывы и некоторые данные о механизме их формирования // Изв. АН СССР. Сер. геол.— 1971.— № 5.

Нечаева И. А. О возможности космогенного происхождения структур в центральной части Кольского полуострова // Астроп. вестн.— 1978.— Т. 12.

Порошин С. В. Типы кольцевых структур по данным дешифрирования космических снимков // Космогенные структуры Земли.— М.: МОИП, 1980.

Прусевич А. А. Использование космических снимков для изучения структурных особенностей Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканического пояса // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Пшенина Н. А. Возможности изучения рельефа Центральной Сахары (Ливия) при помощи космических снимков // Бюл. МОИП. Отд. геол.— 1973.— Т. 48, № 2.

Расцветаев Л. М. О геологической природе линейментов, выявляемых на космических изображениях Земли (на примере Кавказа) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Розанов Л. Н. Особенности отображения тектонических разломов на снимках из космоса // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Сахатов В. З. Роль космических снимков при решении задач региональной тектоники юго-восточной части Кавказа // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Скарятин В. Д. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разномасштабных космоснимков Земли. (Метод многоступенчатой генерализации) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Сулейманов Э. С., Нечаев Ю. В., Ахундов Р. А. и др. Оценка глобальной трещиноватости земной коры по космическим снимкам // Сов. геология.— 1978.— № 11.

Тихонов А. Н. Некоторые вопросы геологического дешифрирования космического снимка Юго-Западного Гиссара // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Трофимов Д. М. Использование космических снимков для изучения тектоники Сахарской плиты // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Трофимов Д. М. Особенности литолого-петрографического дешифрирования космофотоснимков и некоторые аспекты использования их для палеотектонического анализа и геокартирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Трофимов Д. М. Основные результаты геологического исследования Сахарской плиты космическими методами.— М., 1975.— (Обзор ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Федынский В. В., Дабига А. И., Зоткин И. Т. Распределение космогенных структур Земли по размерам и возрасту // Докл. АН СССР.— 1978.— Т. 238, № 5.

Флоренский П. В. Дешифрирование глубинной структуры и локальных поднятий по космическим снимкам Туранской плиты // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Ханн В. Е., Богородский С. М., Кац Я. Г. и др. Некоторые аспекты дешифрирования космических и телевизионных снимков отдельных ре-

гионов Альпийского складчатого пояса и Туранской плиты // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 8.

Хворостова З. М. Кольцевые структуры в бассейне Яны, обнаруженные на космических снимках // Геология и геофизика.— 1978.— № 1.

Хоппин Ф. Интерпретация структур на снимках, сделанных со спутника ЕРТС-1 в районе Бич-Хори, штаты Вайоминг и Монтана // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Шарапов В. Н., Бондаренко П. М., Симбирева И. Г. Расшифровка структуры земной коры в зоне сочленения континентального и океанического сегментов литосферы в районе Камчатского жлоба // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.

Шаров Г. Н., Балакшин Г. Д. Предварительные результаты дешифрирования космических телевизионных снимков в Якутии // Новости геологии Якутии.— 1978.— Вып. 4.

Ширяев Е. Е. Прослеживание элементов тектоники на картах, аэро- и космических снимках с помощью ЭВМ // Разведка и охрана недр.— 1975.— № 3.

Шнюков Е. Ф., Куделя Ю. А., Радзивилл А. Я. и др. Новые данные о структуре и истории геологического развития акватории Азовского моря по дешифрированию космических снимков // Геол. журн.— 1981.— Т. 41, № 1.

Шульц С. С. (мл.). Тектоника плит, планетарная трещиноватость и линеаменты на космических снимках Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Шульц С. С. (мл.). Линейные и мозаичные системы сдвигов на космических снимках Земли // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1975.— № 1.

Шульц С. С. (мл.). Изучение и классификация разрывных нарушений по материалам дистанционных исследований и их соотношение с планетарной трещиноватостью // Вопросы изучения планетарной трещиноватости.— Л.: Недра, 1976.

Шульц С. С. (мл.). Линеаменты, разрывы и планетарная трещиноватость на космических снимках Земли // Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1977.

Шульц С. С. (мл.). Концентрические сводовые структуры восточной части Туранской плиты на космических снимках // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 7.

Щеглов А. Д., Брюханов В. Н., Буш В. А. и др. Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территорий СССР // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование.— М.: Наука, 1980.

Щепетильников М. А. О классификации кольцевых образований закрытых платформенных территорий (на примере Арало-Каспийского региона) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Якимович В. И. Космотектоническая карта северной части Украинского Приднестровья // Докл. АН УССР. Сер. геол.— 1980.— № 4.

Яковлев Н. А., Альперович Е. А., Скублова Н. В. Результаты геологического дешифрирования космических снимков Северо-Западного Прибайкалья, полученные с орбитальной станции «Салют» // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТИ, 1974.— Т. II.

Янин А. Л., Хворостова З. М., Забелин В. А. Новые данные о геологическом строении Верхояно-Колымской складчатости на основании анализа телевизионных космических снимков // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 4.

Зейлик Б. С., Сейтмуратов Э. Ю. Космогенные структуры Казахстана, некоторые проблемы тектоники и рудообразования // Магматические и метаморфические комплексы Казахстана.— Алма-Ата: Наука, 1976.

Зятькова Л. К., Оболенский А. А. Геолого-геоморфологическая информативность космических снимков в связи с проблемой изучения глубинных структур и поисками полезных ископаемых // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.— Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.

Каттерфельд Г. Н., Бенеш К. Планетологическое сравнение Венеры и Земли // Изв. АН СССР. Сер. геол.— 1972.— № 12.

Кац Я. Г., Авдеев В. Л., Белов В. П. О классификации кольцевых структур Земли // Космогенные структуры Земли.— М., 1980.

Кац Я. Г., Рябухин А. Г. О природе кольцевых фотоаномалий, выявленных на космических изображениях юга Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Кен А. Н., Груза В. В. Эндогенные месторождения Алтае-Саянской складчатой области, закономерности их размещения // Закономерности размещения эндогенных рудных месторождений СССР.— М.: Недра, 1966.

Кильдюшевский Е. И. Разрывные нарушения и полезные ископаемые (к использованию дистанционных методов поисков).— М., 1979.— (Обзор ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Ковалевский В. Е. Дешифрирование магмоконтролирующих структур южной части Восточного Саяна // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 5.

Коген В. С., Ставцев А. Л. Роль дуговых тектонических зон, дешифрированных на космических снимках, в размещении стратиформного оруденения на юго-востоке Сибири // Докл. АН СССР.— 1980.— Т. 250, № 1.

Козлов В. В., Коваленок В. В., Иванченков А. С. Разломы и кольцевые структуры юга СССР по наблюдениям с орбитальной научной станции «Салют-6» // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Козлов В. В., Снятков Б. А. Использование материалов аэросъемки при геологическом картировании и поисках полезных ископаемых масштаба 1 : 50 000 1 : 200 000. Северо-Восток СССР: Методическое руководство.— М.: Недра, 1970.

Кочнева Н. Т., Тоусон И. Н. О путях использования космических снимков при среднемасштабных металлогенических исследованиях // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТ, 1976.— Т. V.

Скублова Н. В. Использование космофотоснимков и геолого-геофизических материалов при прогностно-металлогенической оценке рудных районов // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Тихомиров В. Г. О возможности существования в Казахстане гигантских древних космогенных структур: Критический обзор работ Б. С. Зейлика и Э. Ю. Сейтмуратовой // Изв. АН КазССР. Сер. геол.— 1980.— № 1.

Тихомиров С. Н. Кольцевые эксплозивные структуры проблематичного генезиса.— М., 1978.— (Обзор ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование).

Фаворская М. А., Баскина В. А., Волчанская И. К. Геологическое строение кольцевых структур. (Описание типов кольцевых структур, о связи их с оруденением. К проблеме возникновения и развития кольцевых структур) // Анализ космических снимков при тектономагматических и металлогенических исследованиях.— М.: Наука, 1979.

Филатов Н. М., Агентов В. Б., Брюханов В. Н. и др. Кольцевые

структуры континентальной окраины Тихого океана по данным космфотоматериалов. (На примере Охотско-Чукотского вулканического пояса) // 14-й Тихоокеанский научный конгресс.— М., 1979.

Хворостова З. М. Кольцевые структуры в бассейне Яны, обнаруженные на космических снимках // Геология и геофизика.— 1978.— № 1.

Хряпина Л. П. Дешифрирование астроблем.— Космогенные структуры Земли.— М.: Наука, 1980.

Чурилин М. А. Дугообразные структуры с концентрическим планом заложения и их влияние на размещение полезных ископаемых на примере западной части Алтае-Саянской складчатой области: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— Томск, 1971.

Шульц С. С. (мл.). Концентрические сводовые структуры восточной части Туранской плиты на космических снимках // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Шульц С. С. (мл.). Концентрические сводовые структуры Приаралья и Кызылкумов на космических снимках, полученных с пилотируемой орбитальной станции «Салют» // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Щеглов А. Д., Брюханов В. М., Буш В. А. и др. Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК, Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Щепетильников М. А. О классификации кольцевых образований закрытых платформенных территорий (на примере Арало-Каспийского региона) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Яковлев Н. А., Скублова Н. В. Концентрические сводовые структуры Приуралья и Кызылкумов на космических снимках, полученных с пилотируемой орбитальной станции «Салют» // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Яковлев Н. А., Скублова Н. В. Дешифрирование космических снимков с целью выявления кольцевых вулканоплутонических структур и изучения закономерностей их размещения // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Новейшая тектоника

и современные тектонические движения

Алексеев В. Р., Кочен В. С., Шнак Н. С. Новый морфоструктурный элемент Забайкалья по данным космических снимков // Сов. геология.— 1978.— № 9.

Ананьин И. В., Трифонов В. Г. Сопоставление сейсмичности с элементами дешифрирования космических изображений // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Геологическая информативность телевизионных космических снимков закрытых районов (на примере Приенисейской Сибири) // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Астахов В. И., Ероменко В. Я. Новейший структурный план и рельеф Западной Сибири по данным телевизионной космической съемки // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Васюткина Л. Г., Кусков А. П. О мезозойских и кайнозойских впадинах района БАМ по данным дешифрирования космических снимков // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Гусев Н. А., Двигало В. И., Разина А. А. Дистанционные методы при изучении Толбачинского извержения // Вулканология и сейсмология.— 1979.— № 2.

Зятькова Л. К. Геолого-геоморфологическая интерпретация дешифрирования космических снимков с целью изучения проявления новейших тектонических движений // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.—Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979.

Макаров В. И. Дешифрируемость тектонических структур областей молодого эпиплатформенного горообразования на космических снимках Земли (на примере Юго-Западного Тянь-Шаня) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Милыева Л. С. Использование космических телевизионных снимков для выявления подкационных особенностей гидросети // История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Сибирь и Дальний Восток.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.

Михайлов В. И. К вопросу о совместном применении картографического и аэрокосмического методов при изучении новейших и современных тектонических движений // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1979.— № 3.

Музис А. И. Формирование прарек и современной речной сети Амурской равнины по данным дешифрирования космических снимков // История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Сибирь и Дальний Восток.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.

Полканов В. П., Батушина И. М., Юзвickий А. З. Кольцевые образования Кузбасса и их связь с современными тектоническими движениями // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ТЕМАТИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

Общие работы

Александров С. М. Интерпретация морфоструктур на космических снимках при составлении обзорных и региональных геоморфологических карт. (На примерах Центральной и Восточной Азии) // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Альтер С. П. Совместное использование космических снимков, аэроснимков и карт // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1976.— № 3.

Альтер С. П. Сравнительная оценка информационных свойств аэрофотоснимков, космических фотографий и топографических карт // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1977.— № 2.

Андреева Г. К., Царенко П. Т., Чернин В. М. Основные вопросы создания интерактивных систем обработки материалов аэрокосмических съемок для целей тематического картографирования // Картографические разработки для планирования и управления развитием народного хозяйства УССР: Тез. докл. 5-й Республиканской конференции по тематическому картографированию УССР.— Киев, 1979.

Антонова С. Ю. Использование материалов космической фотосъемки для целей комплексного картографирования природных ресурсов // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Антощенко-Оленев И. В. О районировании территории по геологической дешифрируемости фотографий земной поверхности.— М., 1978.— (Экспресс-информация ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 10).

Аржанов Е. П., Затонский Л. К., Злобин Л. П., Кельнер Ю. Г. Состояние и перспективы использования космической информации в картографии. Вопросы методики аэрокосмических съемок местности.— М.: Наука, 1979.

Астахов В. П., Ероменко В. Я. Геологическая информативность телевизионных космических снимков закрытых районов (на примере Приенисейской Сибири) // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1974.— Т. II.

Астахов В. П., Кудрявцева Е. Н. Опыт геондикационного районирования Приенисейской Сибири // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва СССР.— 1976.— Т. 108, № 5.

Астахова В. А., Бумблис В. П., Козлов В. В. и др. Использование космической информации для комплексного тематического картографирования субарктических территорий Северо-Востока СССР // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Афремова Р. А., Филанчук Н. В. К вопросу обновления тематических карт по космическим снимкам // Геодезия и картография.— 1980.— № 3.

Башаринов А. Е., Бутенко П. М. Применение метода сверхвысоко-частотной радиометрии для оперативного картографирования влажности почв и грунтов // Космическая съемка и тематическое картирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Башенина Н. В., Волков В. А., Хуловка А. П. Геоморфологические карты как результат анализа многозональных космических снимков.— М., 1979. Деп. в ВИНТИ 2.11.79. № 3766—79.

Башилов В. П., Букреев В. А., Смирнов В. М. Некоторые гидрологические результаты применения космических методов исследования на севере европейской части СССР // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Башилова И. П., Еремин В. К. Исследование космических телевизионных снимков — средство тектонического районирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Башилова И. П., Еремин В. К., Махин Г. В. Некоторые результаты применения телевизионных изображений Земли, переданных из ближнего космоса, для изучения региональных геологических структур // Сов. геология.— 1972.— № 1.

Башилова И. П., Махин Г. В., Еремин В. К. Исследование космических телевизионных снимков — средство тектонического районирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Белобородов М. А., Кочен В. С. Использование космофотогеологических карт при прогнозе рудных районов // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Белов А. В. Опыт составления среднемасштабной карты растительности Северного Прибайкалья на основе аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Боголепов Л. А. Топографическое дешифрирование аэроснимков // Итоги науки и техники. Геодезия и аэросъемка.— М., 1978.— Т. 14.

Большаков В. Д., Лаврова В. Н., Депутатова Б. В. и др. Картографирование обратной стороны Луны по материалам фотосъемок из космоса // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1980.— № 5.

Брюханов В. Н. Опыт районирования территории СССР по геологической дешифрируемости и условиям аэрофотосъемки для геологических целей: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.— М., 1967.

Брюханов В. Н. О районировании территории по геологической дешифрируемости // Аэросъемка и ее применение.— М.: Недра, 1967.

Брюханов В. Н., Ромашов А. А. Космофотогеологическое картографирование // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1977.— № 8.

Будько В. М. Использование радиолокационных аэроснимков при крупномасштабном геологическом картировании (на примере Верхне-Варзугского участка, Кольский полуостров) // Применение дистанционных методов при геологических исследованиях.— Л.: Недра, 1978.

Бумблис В. И. Современные методы и средство интерпретации космических изображений для целей тематического картографирования // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Наука, 1978.

Буш В. А., Кац Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Бушуева А. В. Географическая привязка телевизионных снимков, полученных с метеорологических ИСЗ // Космическая иконика.— М.: Наука, 1973.

Быстревская С. С. Космическая съемка — необходимый метод при палеовулканологических реконструкциях // Методы составления палеовулканических карт. Глобальные палеовулканологические реконструкции: Тез. докл. Всесоюзного III палеовулканологического симпозиума.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.

Васильев В. П., Урмаев М. С. Научные проблемы космической геодезии // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1980.— № 1.

Вейдман Р., Олт Д., Флуд Р. (мл.) и др. Изучение снимков ЕРТС-1 для выявления линейментов и для фотогеологического картирования в штате Монтана // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Верещака Т. В. Особенности и преимущества камерального дешифрирования в комплексе с рисовкой рельефа на универсальных приборах // Геодезия и картография.— 1971.— № 12.

Вильжоан М., Вплжоан Р. Использование снимков ЕРТС-1 в качестве вспомогательного средства для геотектонического районирования Южно-Африканского кристаллического щита // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Виноградов Б. В., Миронов Б. П., Сердюкова Е. В. Опыт обновления карт физико-географического атласа Мира по фотографиям с орбитальной станции «Салют» // Докл. АН СССР.— 1973.— Т. 211, № 5.

Воронова Г. И. Анализ результатов повторных аэрофотосъемок — основа изучения динамики поверхности Земли.— Киев: Ин-т геол. наук АН УССР, 1980.

Востокова Е. А., Абросимов И. К., Новикова Н. М. Использование разномасштабных аэро- и космоснимков для целей гидрогеологического картирования и районирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Гальперов Г. В., Гусев Н. А., Виноградов А. П. О принципах районирования территории по условиям геологического дешифрирования аэроснимков // Труды IX Всесоюзного совещания по аэросъемке.— Л.: Недра, 1967.

Гиенко А. Я. Классификация рек для целей топографического картографирования и условия аэросъемки гидросети Якутии // Изв. Заб. фил. геогр. о-ва СССР.— 1971.— Т. 7, вып. 4.

Гиенко А. Я. К вопросу о топографическом картографировании водных объектов на основе аэрокосмических методов // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Гоед Д., Паризек Р., Александер С. Анализ и применение данных ЕРТС-1 для регионального геологического картирования // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Гольдман Л. М. Вопросы создания фотокарт и дистанционных съемок шельфа на VII Международной картографической конференции (Москва, август, 1976 г.) // Геодезия и картография.— 1976.— № 12.

Гольдман Л. М. Возможности использования фотоэлектронных аэро-снимков для целей дешифрирования при создании топографических карт // Вопросы методики аэрокосмических съемок местности.— М.: Моск. фил. ГО, 1979.

Гонин Г. Б., Погодина Л. И. Учет масштабных искажений космического фотоснимка при его дешифрировании // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 7.

Гонин Г. Б., Хаджетлаше Ф. М., Шустова Л. Н. Изготовление фото-основы по материалам космических съемок и ее использование при переносе на картооснову результатов геологического дешифрирования космических снимков.— М.— 1973.— (Экспресс-информация ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 2).

Гусарева С. О., Тальская Н. Н. Использование космических снимков для согласования серии карт мира // Географическая картография, ее развитие и новые задачи: Тез. докл. конф.— М.: Изд-во МГУ, 1980.

Добровольская Н. В. Об опыте создания тематических карт по материалам космической съемки // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Доливо-Добровольский А. В., Радзевич Н. А., Будько В. М. Применение комплекса аэрофотогеологических и аэрогеофизических методов при геологическом картировании м-ба 1 : 50 000 // Материалы конференций, семинаров, совещаний. Интерпретация геофизических материалов при поисково-съёмочных работах среднего и крупного масштаба.— М.: ОНТИ, 1969.

Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И. Методика совместного использования разномасштабных космических снимков и аэроснимков при геологических исследованиях // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИИ, 1974.— Т. II.

Егоров С. Т., Плющев В. А., Власов А. А., Морозов В. Ф. Картографирование Земли с ИСЗ по ее собственному радиоизлучению в диапазоне 0,8 см // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана.— 1979.— Т. 15.

Елович Е. Л., Долотов М. С., Шелухин Н. П. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании масштаба 1 : 50 000.— М.: Недра, 1969.

Ероменко В. Я. Информативность дистанционных методов, используемых при геологическом картировании складчатых областей (на примере Енисейского кряжа и Алтае-Саянской области).— М.— 1977.— (Экспресс-информация ВИАМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 1).

Ероменко В. Я. Телевизионная космическая съемка // Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов.— Л.: Недра, 1978.

Ероменко В. Я., Нявро Т. В. Приемы вторичной обработки аэрокосмоснимков // Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов.— Л.: Недра, 1978.

Звонарев К. А. Географическая привязка искаженных космических телевизионных снимков // Вестн. ЛГУ. Сер. геол. и геогр.— 1975.— № 12.

Звонарев К. А. Перенос содержания космических снимков на карты // Вестн. ЛГУ. Сер. геол. и геогр.— 1976.— № 6.

Звонарев К. А., Павлов А. А. Нанесение картографической сетки на телевизионные снимки со спутника // Вестн. ЛГУ. Сер. геол. и геогр.— 1973.— № 24.

Звягельский А. А. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании и поисках полезных ископаемых масштаба 1 : 50 000 — 1 : 200 000. Юго-Запад СССР (Украина).— М.: ГУГК, 1969.

Зиман Я. Л., Красиков В. А., Собчук В. Г. Аналитические методы координатной привязки видеoinформации, получаемой в целях исследо-

вания земных ресурсов // Космические исследования земных ресурсов.— М.: Наука, 1976.

Зиман Я. Л., Непоклонов Б. В., Родионов Б. Н. Географическая привязка ТВ- и ИК-изображений, получаемых с метеорологических ИСЗ // Космическая иконика.— М.: Наука, 1973.

Злобин Л. И. и др. О комплексном и отраслевом картографировании по материалам съемки с орбитальной станции «Салют-4» // Геодезия и картография.— 1976.— № 4.

Зубченко Э. С., Кондюрин В. Д. Использование космической информации для картографирования шельфа // Геодезия и картография.— 1980.— № 6.

Иванян Г. А. Использование спектральных контрастов при выборе интервалов спектра в диапазоне 0,5—0,84 мкм для съемки природных образований // Проблемы физики атмосферы.— М.: Наука, 1972.— Вып. 10.

Кац Я. Г., Онуфриук Т. П. Об использовании космических снимков с целью уточнения геологической структуры Загроса и совершенствования мелкомасштабных геологических карт этого региона // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Кельнер Ю. Г. Использование материалов космической съемки в картографии // Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования.— Баку: Элм, 1977.

Киенко Ю. П., Филипченко А. В. Космическая техника на службе геодезии, картографии и природоохраны // Геодезия и картография.— 1979.— № 3.

Клопов А. Л. Результаты дешифрирования мелкомасштабных космических изображений Тюменской области // Пути повышения эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ в Тюменской области.— Тюмень, 1979.

Книжников Ю. Ф. Географо-картографические результаты космического эксперимента «Радуга» и перспективы многозональной съемки для оценки природных ресурсов Восточных районов СССР // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И. Многозональная космическая съемка — новый метод географической картографии // Географическая картография, ее развитие и новые задачи: Тез. докл. конф.— М.: Наука, 1980.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Лабутина И. А. Исследование и картографирование мелководных акваторий и распространения твердого стока рек по многозональным аэрокосмическим снимкам // Международный семинар социалистических стран по дистанционному зондированию Земли из космоса. Исследование водных ресурсов и их загрязнение: Тез. докл.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979.

Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Использование дистанционных методов при составлении палеовулканологических карт // Глобальные палеовулканологические реконструкции.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.

Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов (на примере Приенисейской Сибири).— Л.: Недра, 1978.

Космакова О. П., Пластинин Л. А. Системы и признаки дешифрирования геосистем на аэрокосмических фотоснимках // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Космическая съемка и тематическое картографирование. Географические результаты многозональных космических экспериментов/Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Лабутина И. А.— М.: Изд-во МГУ, 1980.

Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона масштаба 1 : 2 500 000/Под ред. В. П. Брюханова, Н. А. Еременко.— М.: ВНПО «Аэрогеология», 1978.

Котова Т. В., Кравцова В. И., Январева Л. Ф. Проблемы тематического картографирования и использование космических снимков // Аэрокосмические исследования Земли.— М.: Наука, 1979.

Кравцова В. И. Применение многозональной космической съемки в географических исследованиях и тематическом картографировании // Космические методы исследования Земли.— М.: Наука, 1975.— Т. 2: Методы интерпретации и использования информации.

Кравцова В. И. Применение космических методов в картографии и географических исследованиях // Итоги науки и техники. Картографирование.— М.: ВИНТИ, 1976.— Т. 7.

Кравцова В. И. Космическое картографирование.— М.: Изд-во МГУ, 1977.

Кравцова В. И. Визуально-измерительное дешифрирование многозональных аэро- и космических скайерных снимков // Космическая съемка и тематическое картирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Кравцова В. И., Антонова С. Ю. Применение многозональной съемки для изучения и картографирования мелководий (на примере Северо-Восточного Каспия) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Кравцова В. И., Антонова С. Ю. Опыт и перспективы применения многозональной космической съемки в географических исследованиях и тематическом картографировании // Аэрокосмические исследования Земли.— М.: Наука, 1979.

Кравцова В. И., Соколова О. А. Использование материалов аэрокосмической съемки для картографирования снежных лавин на примере Западного Алтая // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Кравцова В. И., Чайкина Н. Ф. Применение снимков с космического корабля «Союз-22» для картографирования оледенения Алайского хребта // Материалы гляциальных исследований. Хроника. Обсуждения.— 1979.— № 37.

Кузина А. М., Рамм А. С. Использование фотокарт, составленных по космическим фотоснимкам, для изучения переформирования речных русел и берегов водоемов // Тр. ГГИ.— 1976.— Вып. 237.

Курье И. К., Тищенко А. П. Цифровые методы обработки космической видеoinформации в тематической картографии // Вестн. МГУ. Сер. геогр.— 1976.— № 2.

Кусков А. П., Васютина Л. Г. Космоморфоструктурная карта центральной части трассы БАМ // Геоморфология.— 1979.— № 4.

Кутузов П. А., Киенко Ю. П. Космическая картография в СССР // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 1.

Лабутина И. А., Коврижных Л. А. Методика фотометрического дешифрирования многозональных аэрофотоснимков // Космическая съемка и тематическое картирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Лаврова Н. П., Сандомирский А. Б. Фотометрия планеты Земля с космических станций «Зонд» // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1972.— № 4.

Лаврус В. П., Мищенко Л. И., Лящук Б. Н. и др. Особенности использования материалов дистанционных съемок в тематическом картографировании // 4-й съезд географического общества УССР: Тез. докл.— Киев, 1980.

Лобанов А. Н. Аэрофототопография.— М.: Недра, 1971.

Лобанов А. Н., Журкин И. Г. Аналитическое трансформирование снимков для составления топографических карт и фотокарт в заданной проекции // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1972.— № 5.

Лютый А. А. Космическая информация в задачах картографического обеспечения планирования территориальной организации производительных сил // Картографические разработки для планирования и управления развитием народного хозяйства УССР: Тез. докл. 5-й Республиканской конференции по тематическому картографированию УССР.— Киев, 1979.

Лютый А. А., Анашкина Н. В., Ворожейкин А. П. Возможности использования космической информации для создания карт социально-экономической тематики // Тр. ГосНИЦИПР.— 1977.— Вып. 1.

Матиясевич Л. М. Вопросы оценки информационных свойств материалов и средств космической фотосъемки // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Махин Г. В., Волчегурский Л. Ф., Коген В. С. и др. О методике составления космофотогеологических карт // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Машимов М. М. Космическая геодезия и вопросы теории в геодезии // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1980.— № 1.

Мелуа А. П. Об использовании космических снимков для совершенствования информационного подхода к районным планировкам // Экон. геогр. (Киев).— 1980.— № 28.

Михайлов В. П. О системном подходе к анализу карт и аэрокосмических снимков в структурно-геоморфологических исследованиях // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1978.— Т. 110, вып. 5.

Михайлов В. П. К вопросу о совместном применении картографического и аэрокосмического методов при изучении новейших и современных тектонических движений // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1979.— № 3.

Моррисон Р., Халберг Дж. Картирование четвертичных отложений и форм рельефа на территории Среднего запада и Великих равнин с помощью мультиспектральных снимков, сделанных со спутника ЕРТС-1 // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Музис А. П. Возможности использования аэрокосмической информации при картировании рыхлого покрова зопы БАМ // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Муравьев О. А., Селифонова Д. С. Система классификации землепользования при составлении карт на основе данных дистанционного зондирования в США // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Мучникова И. В. Об использовании космических снимков при обновлении топографических карт // Геодезия и картография.— 1979.— № 6.

Николаев В. А., Кравцова В. П., Маркова Т. А. Использование снимков с ресурсного спутника ЕРТС для ландшафтного картографирования и анализа динамики ландшафтов // Исследование природной среды космическими средствами.— М.: Наука, 1976.

Николаевская Е. М. Возможности использования космоснимков для составления карт горизонтального расчленения рельефа // Геоморфология.— 1976.— № 4.

Николаенко Б. А. Аэрофотографический метод при крупномасштабном геологическом картировании закрытых районов // Комплексное и тематическое картографирование УССР.— Киев: Наук. думка, 1974.

Нявро Т. В. Мелкомасштабная аэрофотосъемка // Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов.— Л.: Недра, 1978.

Основные положения организации и производства групповой геологической съемки и аэрофотогеологического картирования масштаба 1 : 200 000.— М.: Недра, 1973.

Пластинин Л. А. Гляциональные образования и их крупномасштабное картографирование по аэроснимкам (на примере хр. Кодар).— Автореф. дис. ... канд. геогр. наук.— Иркутск, 1975.

Пластинин Л. А., Гиенко А. Я., Мангазеев В. Я. и др. Аэровизуальный метод топографического дешифрирования аэроснимков при крупномасштабном картографировании горно-таежных территорий Сибири // Исследование по проблемам геодезии и картографии.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1973.

Пластинин Л. А., Плюснин В. М. Аэрометоды в изучении картографирования ледников Северного Забайкалья // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Применение дистанционных методов при создании тематических карт/Под ред. Л. Ф. Ялварева.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Пшеница Н. А. Использование космических снимков для картографирования типов песков // ГосНИЦИПР.— 1978.— № 2.

Радченко Э. К. Использование материалов аэрокосмических съемок для создания карт инженерно-геологического районирования в целях мелиорации // Сб. науч. тр. Всесоюз. проект.-изыскат. и науч. исслед. об-ния «Союзводпроект».— 1979.— № 52.

Рамм Н. С., Кузина А. М. Составление фотокарты по космическим фотоснимкам.— М.— 1973.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 2).

Рамм Н. С., Кузина А. М. Составление методического руководства по изготовлению фотокарт из космических фотоснимков. Информ. листок.— М.: ОЦНТИ ВИЭМС, 1976.

Рамм Н. С., Кузина А. М., Давидсон Н. Б., Яковлева Л. А. Составление фотокарт по космическим фотоснимкам // Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Рамм Н. С., Кузина А. М., Мальцева Н. Г. Изучение геометрических искажений материалов многоспектральных сканирующих космических систем и изыскание способов учета и устранения этих искажений при решении геологических задач. Информ. листок.— М.: ВИЭМС, 1979.

Расположенский Н. А., Рудаков Г. В. Использование космических снимков с искусственного спутника Земли «Метеор» для уточнения карты лесистости нечерноземной зоны РСФСР // Сб. науч. тр. ГосНИИземел. ресурсов.— 1977.— № 18.

Решетов Е. А. Обновление топографических карт по космическим фотоснимкам // Геодезия и картография.— 1979.— № 2.

Рябцева Г. П. Картографические исследования в комплексе нефтегазопроисловых работ на основе материалов аэро- и космических съемок // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Садов А. В., Ревзон А. Л. Результаты использования среднесмасштабных космифотоснимков для инженерно-геологического картирования (на примере Центрального Устья) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1976.— № 11.

Салищев К. А., Вышинский Д. Д. и др. Результаты комплексного географического дешифрирования снимков с орбитальной станции «Салют» и проблемы тематического картографирования // Вестн. МГУ. Сер. геогр.— 1974.— № 1.

Салищев К. А. и др. Комплексная географическая интерпретация космических снимков в целях тематического картирования // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1975.— Т. IV.

Сваткова Т. Г. Картографирование гидрологических параметров по материалам космических съемок // Международный семинар социалистических стран по дистанционному зондированию Земли из космоса. Иссле-

дование водных ресурсов и их загрязнения: Тез. докл.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979.

Серапинас Б. Б. Оценка свойств сканерных снимков как материалов для составления тематических карт // Космическая съемка и тематическое картографирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Серхенов Э. Применение космических снимков для составления эрозионной карты Туркменистана // Пробл. освоения пустынь.— 1980.— № 4.

Симбирцев И. Б. Некоторые особенности и результаты дешифрирования мелкомасштабных космических и топографических изображений Камчатского региона // Бюл. вулканологич. ин-та СО АН СССР.— 1976.— № 52.

Симонова Г. М. Обнаружение и опознавание малых объектов на аэрокосмических снимках // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Скатерщиков С. В. Изучение и картографирование антропогенных ландшафтов по материалам космической фотосъемки и составление карт охраны природы // Тр. ГосНИЦИПР.— 1978.— № 2.

Скатерщиков С. В. Применение космической фотоинформации для изучения и картографирования антропогенных ландшафтов // Геодезия и картография.— 1980.— № 8.

Смирнов Л. Е. Космические снимки Земли и географические карты // Вестн. ЛГУ. Геология. География.— 1971.— № 18, вып. 3.

Смирнов Л. Е. Космические методы изучения взаимодействия человека и окружающей среды и задачи космической картографии // Вестн. ЛГУ. Геология и картография.— 1976.— № 12, вып. 2.

Смирнов Л. Е., Афанасьев А. И. Орбитальные карты Земли // Вестн. ЛГУ. География. География.— 1977.— № 18, вып. 3.

Соловьева Л. И., Богородский С. М., Бурлакова Г. С. Методика пиди-кционного дешифрирования разномасштабных аэрокосмических снимков и топографических карт как основа структурно-геоморфологического анализа закрытых районов (на примере Устюрта) // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М: ВИНТИ, 1976.— Т. V.

Тематическое картографирование по материалам космических съемок // Под ред. Е. А. Востоковой.— М.: ЦНИИГАиК, 1978.

Тищенко А. П. Задачи математической обработки материалов космических съемок в целях картографирования // Пути развития картографии.— М.: Изд-во МГУ, 1975.

Трифонов В. Г. Комплексное использование космических изображений разных масштабов // Геологическое изучение Земли из космоса.— М.: Наука, 1978.

Тюфлин Ю. С., Кадничанский С. А., Хижниченко В. И. Аналитическое преобразование орбитальных телевизионных панорам в картографическую проекцию // Геодезия и картография.— 1979.— № 4.

Филанчук Н. В. Учебные карты с космической фотоинформацией // Геодезия и картография.— 1979.— № 11.

Флоренский К. П. Опыт геолого-геоморфологического картографирования Марсианской поверхности // Геодезия и картография.— 1976.— № 5.

Фурьев В. В. Мелкомасштабное картирование послепожарной динамики лесов по аэрокосмическим снимкам // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Цыпина Э. М. Использование обычных и многозональных аэрокосмических снимков для картографирования систем населенных пунктов // Космическая съемка и тематическое картирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Ширяев Е. Е. Определение объемов по картам изолиний с помощью специализированного сканирующего устройства и ЭВМ // Изв. АН СССР. Сер. геогр.— 1976.— № 1.

Ширяев Е. Е. Нормализация картографических полевых и аэрокосмических материалов для автоматического построения карт // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1979.— № 4.

*Составление космогеологических,
космотектонических и геоморфологических карт*

Антощенко-Оленев П. В. О районировании территорий по геологической дешифрируемости фотографий земной поверхности.— М., 1978.— (Обзор ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 10).

Антощенко-Оленев П. В. Аэрофотогеологические карты — основа для карт различного геологического содержания.— М., 1978.— (Обзор ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 8).

Артамонов М. А., Шеремет О. Г., Богородский С. М., Бушинский В. Г. Структурно-тектоническое районирование закрытых территорий на основе комплексного анализа результатов аэро- и космических снимков и интерпретации магнитного и гравитационного полей (на примере Восточного Устюрта).— М., 1978.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 8).

Астахов В. И. Технологическая схема применения комплекса дистанционных методов при геологическом картировании // Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таскных районов.— Л.: Недра, 1978.

Астахов В. И., Герасимов Л. М., Ероменко В. Я. и др. Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таскных районов (на примере Приенисейской Сибири).— Л.: Недра, 1978.

Астахов В. И., Герасимов Л. М., Лускина В. Ю. Применение комплекса аэрометодов при новых видах геологического картирования // Разведка и охрана недр.— 1974.— № 11.

Астахова В. А. Использование орбитальных снимков для составления и обновления карт четвертичных отложений // Тр. ГосНИЦИПР.— 1977.— Вып. 1.

Астахова В. А., Бумблис В. И., Козлов В. В. и др. Использование космической информации для комплексного тематического картографирования субарктических территорий Северо-Востока СССР // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Башенина Н. В., Волков В. А., Хунова А. П. Геоморфологические карты как результат анализа многозональных космических снимков.— М.: Изд-во МГУ, 1979.— Деп. в ВИНИТИ 2.11.79, № 3766—79.

Башенина Н. В., Тальская Н. Н. Разномасштабное геоморфологическое картографирование горных территорий с использованием аэрокосмической информации // Проблемы комплексного географического изучения и освоения горных территорий: Тез. докл. Секции 6 7-го Съезда геогр. о-ва СССР.— Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980.

Башилова И. И., Буш В. А., Глуховский М. З. и др. Возможности изучения и картирование основных типов тектонических структур территории СССР по материалам съемок из космоса // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК. Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Башилова И. И., Еремин В. К., Махин Г. В. Космические телевизионные снимки как средство тектонического районирования крупных территорий и прогнозирования полезных ископаемых // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНИТИ, 1973.— Т. I.

Башилова И. И., Махин Г. В. Принципы построения космопалеонтологических карт масштаба 1 : 2 500 000 — 1 : 5 000 000 на основе дешифрирования телевизионных космических снимков // Использование информации, полученной из космоса, для решения геологических задач: Тез. докл.— М.: ВИЭМС, 1976.

Башилова И. И., Махин Г. В., Еремин В. К. Исследование космических телевизионных снимков — средство тектонического районирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1973.— № 1.

Белобородов В. А., Коген В. С. Использование космофотогеологических карт при прогнозе рудных районов // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Брюханов В. Н., Волчегурский Л. Ф. и др. Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК, Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Брюханов В. Н., Еремин В. К., Махин В. А. и др. Методологические принципы составления тематических карт геологического содержания на основе материалов космических съемок // Использование информации, получаемой из космоса, для решения геологических задач.— М.: ВИЭМС, 1975.

Брюханов В. Н., Ромашов А. А. Космофотогеологическое картографирование // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1977.— № 8.

Бывшев А. С. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании масштаба 1 : 200 000 и 1 : 50 000. Вилуйская синеклиза.— М.: Недра, 1973.

Волков В. А. О карте блоковых неструктурных форм центральной части Байкальской рифтовой зоны // Вестн. МГУ. Сер. геогр.— 1981.— № 1.

Волчегурский Л. Ф., Пронин В. Г. Использование космических материалов при тектоническом районировании юго-восточной части Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Волчегурский Л. Ф., Пронин В. Г. Опыт составления космофотогеологических карт для закрытых нефтегазоносных территорий. (На примере Прикаспийской впадины) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Востокова Е. А., Абросимов И. К., Новикова Н. М. Использование разномасштабных аэро- и космоснимков для целей гидрогеологического картирования и районирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Герасимов Л. М., Кудрявцева Е. Н., Лускина В. Ю. Особенности геологического дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1 : 100 000 при среднемасштабном геологическом картировании в западной части Сибирской платформы // Реф. сб. ВИЭМС.— М., 1972.— № 6.

Герасимов Л. М., Лускина В. Ю. Мелкомасштабная аэрофотосъемка в комплексе работ по групповому геологическому картированию и изучению территории западной части Сибирской платформы // Пути повышения эффективности геологических и поисковых работ.— М.: Наука, 1973.

Гиенко А. Я. К вопросу о топографическом картографировании водных объектов на основе аэрокосмических методов // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Голд Д., Паризек Р., Александер С. Анализ и применение данных ЕРТС-1 для регионального геологического картирования // Геологические исследования из космоса.— М.: Мир, 1975.

Гонин Г. Б., Хаджетлаше Ф. М., Шустова Л. Н. Изготовление фотоосновы по материалам космических съемок и ее использование при пере-

носе на картооснову результатов геологического дешифрирования космических снимков.— М., 1973.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 2).

Гридин В. И. Морфометрический метод поисков тектонических структур и дешифрирование материалов аэрофотосъемки при среднемасштабном геологическом картировании Припятского прогиба // Материалы I научной конференции молодых геологов Белоруссии.— Минск, 1965.

Доливо-Добровольский А. В. Совместное использование материалов аэрометодов для составления схематических геологических карт // Геофизические исследования; Методические указания по геологической съемке м-ба 1 : 50 000.— Л.: Недра, 1970.— Вып. 7.

Зубченко Э. С., Кондюрин В. Д. Использование космической информации для картографирования шельфа // Геодезия и картография.— 1980.— № 6.

Зыкова А. И. Из опыта применения материалов аэрофотосъемки при картографировании интенсивности современных геоморфологических процессов // Научный поиск в современной географии.— Иркутск, 1966.

Канфель Ю. М., Котелков Р. П., Берендеев А. С. Использование материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании масштаба 1 : 50 000.— М.: Недра, 1967.

Капустин И. И. Применение космической информации при составлении тектонической карты Прикаспийской впадины и ее обрамление. (Статья 1) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Кириллов А. Б., Борисов О. М. Опыт составления космогеологической карты на основе дешифрирования телевизионных снимков с ИСЗ «Метеор» (на примере Средней Азии) // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 4.

Клюпов А. Л. Оценка перспектив бокситоносности девонских отложений восточного склона Приполярного Урала методом аэрогеологического картирования // Пути повышения эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ в Тюменской области.— Тюмень, 1979.

Коген В. С., Белобородов М. А., Васютина Л. Г., Шияк Н. С. Методические особенности и предварительные результаты космофотогеологического картирования района трассы БАМ // Экспресс-информация ОНТИ ВИЭМС.— 1977.— № 11.

Козлов В. В. Возможности использования космической информации для составления геологических карт // Тр. ГосНИЦИПР.— 1977.— Вып. 1.

Комплекс дистанционных методов при геологическом картировании таежных районов (на примере Приенисейской Сибири).— Л.: Недра, 1978.

Коньк В. Н., Сиротенко А. В. О системном подходе к картографическому обеспечению аэрологических исследований при нефтегазоносных работах // Картографические разработки для планирования и управления развитием народного хозяйства СССР: Тез. докл. 5-й Республиканской конференции по тематическому картографированию СССР.— Киев, 1979.

Космическая фотосъемка и геологические исследования.— Л.: Недра, 1975.

Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона 1 : 500 000/Под ред. В. Н. Брюханова, Н. А. Еременко.— М.: ГУГК, 1978.

Кузина А. М., Рамм Н. С. Использование фотокарт, составленных по космическим фотоснимкам, для изучения переформирования речных русел и берегов водоемов // Тр. ГГИ.— 1976.— Вып. 237.

Кусков А. И., Васютина Л. Г. Морфоструктурная карта Центральной части БАМа на основе дешифрирования космических снимков // Геоморфология.— 1979.— № 4.

Лебедев А. В. Принципы картирования гидрологических параметров по природным комплексам с использованием космических снимков // Исследование таящих ландшафтов дистанционными методами.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979.

Мальцев Ю. М., Шерман М. Л., Кавицкий М. Л., Мкрычян А. К. Опыт составления космогенетических карт // Разведка и охрана недр.— 1980.— № 8.

Макаров В. П. Карта тектонических линейных элементов Северной Евразии // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК, Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Махин Г. В. Методы использования дистанционного зондирования при геологических работах и составлении космогеологических карт // Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования.— Баку: Элм, 1977.

Махин Г. В., Волчегурский Л. Ф., Коген В. С., Филатова Н. И. О методике составления космофотогеологических карт // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Методические указания по использованию материалов аэрофото-съемки при геологическом картировании Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины.— Киев: Наук. думка, 1974.

Пластилин Л. А., Плюсин В. М., Богоявленский Б. А. Применение аэрокосмических методов в создании геоморфологических карт в районе БАМа // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Раскатов Г. И. Аэрометоды и неструктурный анализ при глубинном геологическом картировании и поисках полезных ископаемых в условиях центра Русской платформы // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы.— Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Ромашов А. А., Воробьев В. Т. Методические основы составления обзорных космофототектонических карт нефтегазоносных территорий с использованием материалов дистанционных исследований // Новое в методике поисковых геолого-геофизических работ на нефть и газ // Тр. ИГиРГИ.— 1979.— Вып. 24.

Рябцева Г. П. Картографические исследования в комплексе нефтегазопромысловых работ на основе материалов аэро- и космических съемок // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Садов А. В., Ревзон А. Л. Результаты использования среднемасштабных космофотоснимков для инженерно-геологического картирования (на примере Центрального Устья) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1976.— № 11.

Садов А. В., Ревзон А. Л., Роговская Н. В. Об использовании гидрогеологических и инженерно-геологических космофотокарт при региональных исследованиях // Сов. геология.— 1980.— № 5.

Ставцев А. Л., Белобородов М. А., Коген В. С. Основные принципы космофотогеологического картирования (на примере Востока СССР).— М., 1979.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология; геол. картирование; Вып. 12).

Тальская Н. Н. Использование мезозональных космических снимков для изучения современных рельефообразующих процессов и составления геоморфологических карт (на примере Ливийской пустыни) // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Трофимов Д. М. Особенности литолого-петрографического дешифрирования космофотоснимков и некоторые аспекты использования их для

палеотектонического анализа и геокартирования // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Трофимов Д. М., Сонин И. И. Возможности и методика применения космических и телевизионных снимков при построении тектонических карт (на примере ряда районов альпийского пояса и Туранской плиты) // Тезисы докладов на семинаре «Принципы тектонического районирования Средней Азии».— Ташкент: Фан, 1975.

Увадьев Л. И., Матвеева Г. В., Перевозчикова В. А. Составление геолого-структурной схемы Кольского полуострова по космическим снимкам // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 4.

Щеглов А. Д., Брюханов В. Н., Буш В. А. и др. Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК, Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Якимович В. И. Космотектоническая карта северной части Украинского Приднепровья // Докл. АН УССР. Геол., хим. и биол. науки.— 1980.— № 4.

*Составление природоохранных,
геоботанических и почвенных карт*

Амелина Т. В., Амелин А. В. Использование космической информации при ландшафтном картографировании горно-таежных территорий (на примере Северного Прибайкалья) // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Антонова С. Ю. Использование материалов космической фотосъемки для комплексного картографирования природных ресурсов // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Астахова В. А., Бумблис В. И., Козлов В. В. и др. Использование космической информации для комплексного тематического картографирования субарктических территорий Северо-Востока СССР // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования/Под ред. Л. А. Пластинина, А. В. Белова, Б. А. Богоявленского.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Башаринов А. Е., Бутенко И. М., Реутов Е. И. и др. Применение метода сверхвысокочастотной радиометрии для оперативного картографирования влажности почв и грунтов // Космическая съемка и тематическое картографирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Белов А. В. Опыт составления среднемасштабной карты растительности Северного Прибайкалья на основе аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 6.

Береговой Г. Т., Киенко Ю. П. О комплексной картографической инвентаризации природных ресурсов на основе космической информации // Геодезия и картография.— 1977.— № 11.

Богомолов Л. А. Карты оптической характеристики природно-территориальных комплексов для улучшения качества аэрофотоснимков и методов их дешифрирования // Оценочное картирование природы, населения и хозяйства.— М.: Наука, 1971.

Виноградов Б. В. Мелкомасштабное геоботаническое районирование и картирование по космическим изображениям Земли // Геоботаническое картографирование.— М.; Л.: Наука, 1970.

Виноградов Б. В. Космическое фотографирование для обновления тематических карт физико-географического атласа Мира // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.— 1973.— № 5.

Виноградов Б. В. Геоботаническое картографирование и генерализация изображения // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1975.— Т. IV.

Воронина А. Ф. Использование многозональных космических снимков при создании ландшафтной карты полуострова Мангышлак и Бузачи // Космическая съемка и тематическое картирование.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Воронина А. Ф., Вахнина О. В. Применение космических снимков при создании ландшафтных карт // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Востокова Е. А. Методы использования данных дистанционного зондирования для картографического обеспечения мероприятий по охране природной среды от антропогенных и стихийных воздействий // Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования.— Баку: Элм, 1977.

Востокова Е. А., Абросимов И. К., Новикова Н. М., Пшенина Н. А. Опыт составления ландшафтных и гидрогеологических карт по тематической картографии // V Всесоюзная конференция по тематическому картографированию.— Тбилиси: Изд-во АН ГССР, 1973.

Востокова Е. А., Кельнер Ю. Г. Возможности и перспективы тематического картографирования для целей охраны окружающей среды по материалам космических съемок // Природа.— 1978.— № 2.

Востокова Е. А., Скатерщиков С. В. Системное картографирование в целях охраны природы на основе материалов космических съемок // Системное картографирование природных и социально-экономических комплексов: Тез. докл. 7-й Всесоюзной конференции по тематическому картографированию.— М.: Наука, 1978.

Востокова Е. А., Скатерщиков С. В. Теоретические предпосылки и методика составления карт охраны природы на основе материалов космических фотосъемок // Вопр. географии.— 1980.— № 114.

Градосельская Г. П., Кондратьева Ю. И., Лабутина И. А. О возможности использования многозональных снимков для создания оперативных сельскохозяйственных карт // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Григорьев А. А. Космическая индикация ландшафтов Земли.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1975.

Использование космических снимков в целях изучения и картографирования природных ресурсов // Тр. ГосНИЦИПР.— 1977.— Вып. 1.

Калашников Е. Н. Система ландшафтно-статистических методов инвентаризации и картографирования лесов // Исследование таежных ландшафтов дистанционными методами.— Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1979.

Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Кельнер Ю. Г. Основы комплексного картографирования природных ресурсов с использованием космической фотоинформации // Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования.— Баку: Элм, 1977.

Кельнер Ю. Г., Абросимов И. К. Космическая фотоинформация как основа системного картографирования природных ресурсов // Системное картографирование природных и социально-экономических комплексов: Тез. докл. 7-й Всесоюзной конференции по тематическому картографированию.— М.: Наука, 1978.

Киенко Ю. П. Об использовании материалов космических съемок при картографировании и изучении природных ресурсов // Геодезия и картография.— 1978.— № 4.

Киенко Ю. П., Злобин Л. И., Бумблис В. И. и др. Об использовании материалов космических съемок при картографировании и изучении природных ресурсов // Геодезия и картография.— 1978.— № 4.

Киенко Ю. П., Кельнер Ю. Г. Перспективы использования обзорных тематических фотокарт в целях охраны природы // 4-я Всесоюзная конференция по тематическому картографированию (Секция «Применение аэрокосмических методов для изучения окружающей среды и природных ресурсов»).— М.: Наука, 1975.

Киенко Ю. П., Филипченко А. В., Кельнер Ю. Г. Комплексное картографирование природных ресурсов СССР на основе использования материалов космических фотосъемок // Картографические методы в исследовании окружающей среды.— Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1980.

Киреев Д. М., Калашников Е. Н., Первушин В. А. Опыт картирования растительности на ландшафтной основе с использованием аэрокосмосъемки // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. П. Многозональная космическая съемка: опыт применения для изучения и картографирования природных ресурсов // Применение аэрокосмических методов для изучения окружающей среды и природных ресурсов.— М.: Изд-во МГУ, 1975.

Книжников Ю. Ф., Кравцова В. П. Применение многозональной космической съемки в СССР для изучения и картографирования природных ресурсов // VIII Международная картографическая конференция.— М.: Наука, 1976.

Ковалевич Н. С., Победоносцева О. А. О методике составления сельскохозяйственных карт с использованием ЭВМ и автоматического координатографа Картимат-II // Геодезия и картография.— 1976.— № 5.

Комплексная географическая интерпретация космических снимков в целях тематического картографирования // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВИНТИ, 1975.— Т. IV.

Кондакова Н. Л. Ландшафтно-географический метод картирования снежного покрова в условиях сложной орографии. Материалы гляциональных исследований: Хроника. Обсуждения.— М.: ГО СССР, 1979.— № 35.

Космическая съемка и тематическое картографирование // Методика обработки многозональных снимков.— М.: Изд-во МГУ, 1979.

Кравцова В. И., Востокова Е. А. Дистанционные методы картографирования окружающей среды // Итоги науки и техники. Картография.— М.: ВИНТИ, 1980.— Т. 9.

Кравцова В. И., Салищев К. А. Возможности использования космических снимков при составлении карт оценки природных ресурсов // Оценочные карты природы, населения и хозяйства.— М.: ГО СССР, 1973.

Кузьмин В. А. Использование аэрокосмических материалов при картировании почв горно-котловинных территорий Северного Забайкалья // Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картографирования.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1979.

Леонтьева В. С., Январева Л. Ф. Использование многозональной космической съемки для обновления мелкомасштабной карты земельных угодий // Применение дистанционных методов при создании тематических карт.— М.: Моск. фил. ГО, 1978.

Ливеровский Ю. А., Симасова М. С. Картирование почв по аэроснимкам // Аэрометоды изучения природных ресурсов.— М.: Гостоптехиздат, 1962.

Малов Э. Р. О содержании карт охраны природы, использования аэрокосмических снимков и топографических карт при их создании //

Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

Радченко Э. К. Разработка и внедрение аэроландшафтных методов для изучения и картирования оползней и селей в горных районах Узбекистана // Тр. ВСЕГИНГЕО.— 1972.— Вып. 51.

Ревзон А. Л. Особенности индикационного анализа при дешифрировании разномасштабных космофотоснимков для целей гидрологии и инженерной геологии // Биогеографические и индикационные исследования.— М., 1977.

Ревзон А. Л. О некоторых новых тенденциях в ландшафтной индикации гидрогеологических и инженерно-геологических условий в связи с использованием материалов космофотосъемки // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1979.— Т. 111, № 4.

Рябчиков В. М. Использование аэрокосмических фотоматериалов при картографировании тундровых ландшафтов // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1981.— Т. 133, вып. 2.

Сабуров Д. Н., Сомова В. М., Шевченко Л. А. и др. Опыт комплексного картографирования для целей рационального использования и охраны окружающей среды на основе применения дистанционной съемки // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва.— 1978.— Т. 110, № 1.

Сазонов Н. В. Методологические принципы комплексной обработки космической видеoinформации с целью построения оценочных и прогнозных карт состояния природных ресурсов // Тр. ГосНИЦНИР.— 1980.— № 4.

Скатерщиков С. В., Сушня В. А., Шевченко Л. А. Использование космических фотоматериалов для картографического обеспечения планирования природоохранных мероприятий // Картографические разработки для планирования и управления развитием народного хозяйства УССР: Тез. докл. 5-й Республиканской конференции по тематическому картографированию УССР.— Киев, 1979.

Тищенко А. П., Степанова Г. И. К вопросу о методике составления карт отражательной способности почвенного покрова // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Фурьев В. В. Мелкомасштабное картирование послепожарной динамики лесов по аэрокосмическим снимкам // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 2.

Шевченко Л. А., Микляева И. М. Использование аэрокосмической информации при создании и обновлении почвенных карт // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных комплексов.— Иркутск: Ин-т геогр. СО АН СССР, 1977.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Абдуллаев Н. А., Сулейманов З. С. Геоморфологическое дешифрирование космического снимка юго-восточной части Большого Кавказа // Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования.— Баку: Элм, 1977.

Авенариус И. Г., Трецов А. А. Изучение рельефа шельфа по материалам космо- и аэрофотосъемок на примере Берингова и Каспийского морей // Аэрокосмические картографические методы в исследовании окружающей среды. Тез. докл.— Л., 1980.

Алексеев Е. Я. Районирование Новоземля по степени и форме проявления оползневых явлений на аэроснимках // Аэросъемка и ее применение.— Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1967.

Алиханов Э. Н. Задачи космогеологических исследований геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов Каспийского моря //

Материалы Международного учебного семинара ООН по применению дистанционного зондирования. — Баку: Элм, 1977.

Артамонов М. А., Востоков Е. Н. Разломная тектоника Балтийской синеклизы и прилегающих территорий по космическим и геолого-геофизическим данным // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1978. — № 10.

Баранова А. И. Эрозионные процессы на правобережье Волгоградского водохранилища и аэрометоды их изучения // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. — 1964. — № 13.

Баранова А. И. Дешифровочные признаки некоторых эрозионных форм рельефа и их геондикационное значение (на примере побережий Куйбышевского и Цимлянского водохранилищ) // Доклады комиссии аэросъемки и фотограмметрии. — 1967. — Вып. 3.

Башилов В. И. Некоторые гидрогеологические результаты применения космических методов исследования на Севере европейской части СССР // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1981. — № 1.

Блинов А. А., Швидак А. А. Некоторые особенности геолого-структурного строения Полярного Урала и юго-востока Пай-Хоя по данным крупномасштабной аэромагнитной съемки // Геология и полезные ископаемые Северо-Востока европейской части СССР и севера Урала. — Сыктывкар, 1971. — Т. 1.

Богословский В. А., Плына Е. Б. Геофизические исследования при геологической интерпретации космических снимков на курском полигоне // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1978. — № 10.

Бронникова В. К. Изучение рельефа Армении по многозональным космическим снимкам // Применение дистанционных методов при создании тематических карт. — М.: Наука, 1978.

Гирювич Л. С. Методика и основные результаты аэрогеологических, морфометрических и полевых структурно-геоморфологических исследований при изучении юго-запада Припятской впадины // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Гридин В. И. Результаты специализированных летно-съемочных работ и основные требования к материалам аэрофотосъемки для изучения неотектоники запада Русской плиты // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Голидра Г. Я. Геологическое проявление напряжений в земной коре Доно-Днепровского прогиба по результатам дешифрирования космических снимков // Докл. АН УССР. Сер. Геол., хим. и биол. науки. — 1978. — № 1С.

Голидра Г. Я. О системе тектонических нарушений Правобережной Украины по результатам дешифрирования космических снимков // Докл. АН СССР. — 1978. — Т. 242, № 5.

Голидра Г. Я. Отражение геоморфологических особенностей Правобережной Украины на телевизионных космических снимках // Геоморфология. — 1980. — № 1.

Голидра Г. Я. Основные тектонические нарушения Северо-Западной Украины и юга Белоруссии по результатам дешифрирования космических снимков // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1980. — № 9.

Голидра Г. Я. О нарушениях юга Восточно-Европейской платформы по результатам дешифрирования телевизионных космических снимков // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1980. — № 10.

Дашевский В. В. Опыт анализа некоторых форм современного рельефа, отражающихся на аэрофотоматериалах, в связи с неотектоническими блоковыми движениями и литологическими особенностями верхних горизонтов осадочного чехла // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1973.

Дешифрирование четвертичных отложений Русской равнины: Методическое пособие.— М.; Л.: Наука, 1966.

Ероменко В. Я. Изучение рельефа и некоторых элементов геологического строения Могилев-Подольского Приднестровья // Геол. журн.— 1969.— Т. XXIX, вып. 4.

Капустин И. Н., Пржиялговский Е. С., Трофимов Д. М. Применение космической информации при составлении тектонической карты Прикаспийской впадины и ее обрамления // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Каспаров С. А., Дейнега А. Г. Геодинамическая модель Большого Кавказа по результатам дешифрирования космических снимков // Тр. Ин-та геол. Даг. фил. АН СССР.— 1978.— № 2 (17).

Кац Я. Г. О природе кольцевых фотоаномалий, выявленных на космических изображениях юга Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1978.— № 10.

Кац Я. Г., Скарятин В. Д., Трофимов Д. М. О суперлинеаментах Средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков // Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование: Докл. сов. геол. на XXVI сессии МГК, Париж, 1980 г.— М.: Наука, 1980.

Кикина М. А., Порошин С. В. Геологическая интерпретация дешифрирования линейных структур Азово-Каспийского региона // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1980.— № 6.

Монин А. С., Сагалевич А. М., Ястребов В. С. Фототелевизионный обзор дна Красноморского рифа // Докл. АН СССР.— 1980.— Т. 254, № 6.

Морозова Л. И. Проявление Главного Уральского разлома в поле облачности на космических снимках // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 3.

Паварнов Ю. А., Серебряков Ю. Г., Пыляев А. М., Андреев А. Ф. Структура Астраханского свода по результатам дешифрирования космифотоматериалов.— М., 1978.— (Экспресс-информация ВИЭМС. Общая и регион. геология: геол. картирование; Вып. 12).

Петров С. Е., Пржиялговский Е. С. Комплексная интерпретация аэрокосмических и геолого-геофизических материалов для уточнения структуры поверхности фундамента северо-восточной части Прикаспийской впадины // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1981.— № 1.

Пржиялговский Е. С., Розанова Г. Н. О тектоническом строении южной части междуречья Урала и Волги по космогеологическим данным // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1979.— № 11.

Соловьева Л. И. Неотектоника и информативность космических снимков (на примере Средней Азии) // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1977.— № 12.

Стрельников С. П., Гусев Н. А., Скублова Н. В. Результаты геологического и геоморфологического дешифрирования космического фотоснимка Восточного Тянь-Шаня, Джунгарского Ала-Тау и Северного Тарима // Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология.— М.: ВНИИТИ, 1973.— Т. 1.

Тихонов А. Н. Некоторые вопросы геологического дешифрирования космического снимка Юго-Западного Гиссара // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1974.— № 12.

Тихомиров В. Г. О возможности существования в Казахстане гигантских древних космических структур // Изв. АН КазССР. Сер. геол.— 1980.— № 1.

Топчиев А. Г. Космические методы изучения долины и наледей Чудьманского района // Вопр. геогр.— М.— 1979.— Т. III.

Тхай М. Н. Анализ результатов дешифрирования аэрокосмических снимков Западного Узбекистана // Исследование Земли из космоса.— 1980.— № 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Фото 1. Сплыв рыхлого материала у верхней границы леса.



Фото 2. Фототеодолитный снимок конуса селевых отложений.

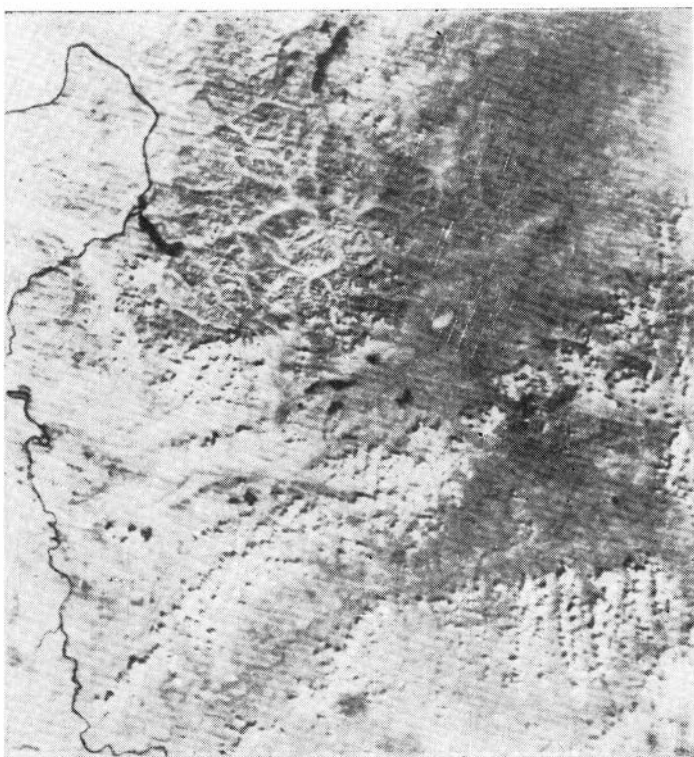


Фото 3. Фрагмент космического снимка м-ба 1 : 2 500 000.

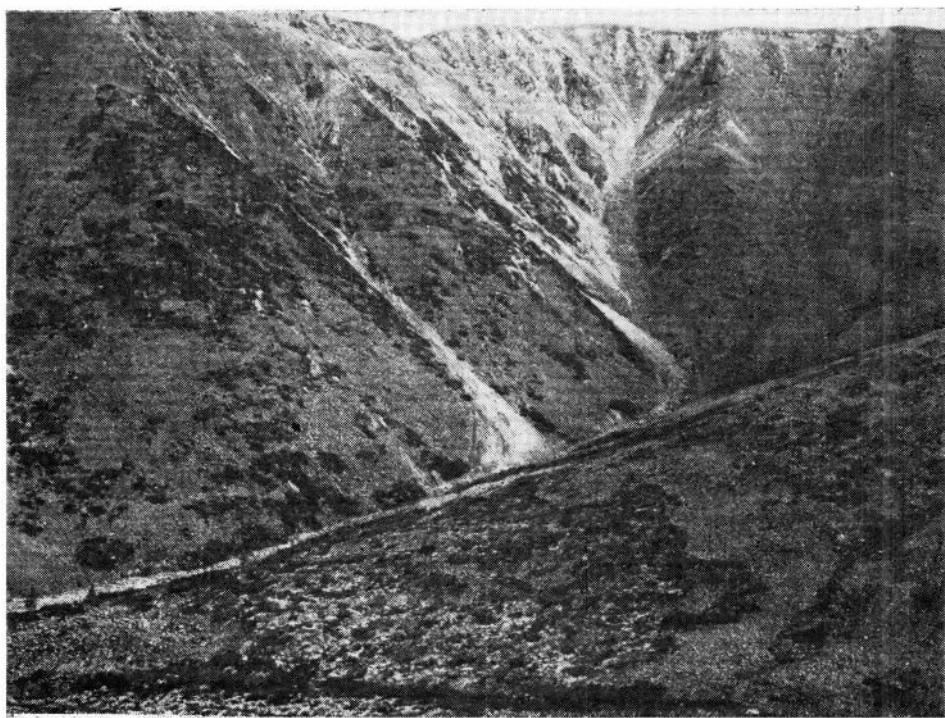


Фото 4. Курумовые и лавинно-курумовые склоны Каларского хребта.

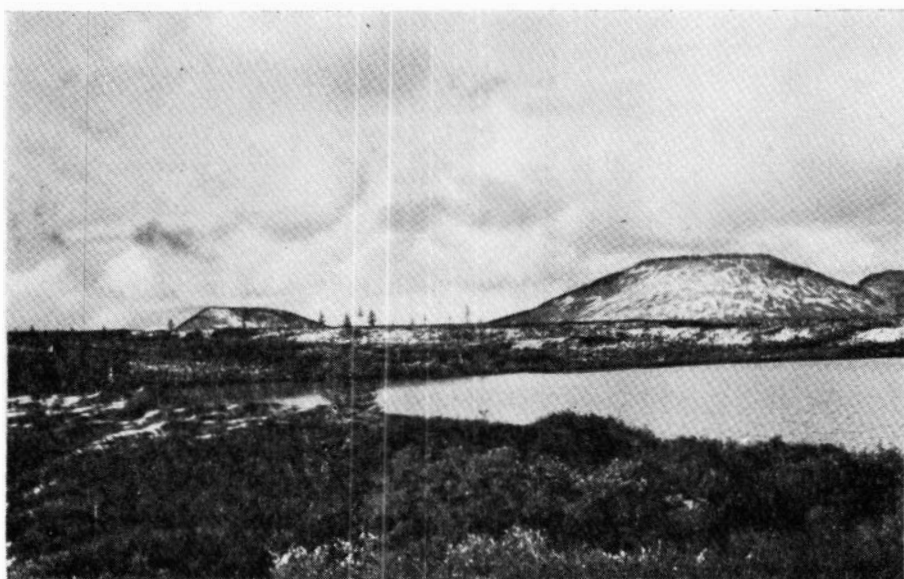


Фото 5. Солифлюкционный склон в хр. Удокан.



Фото 6. Разрушение дернины в процессе морозного пучения и вытапливания льда.

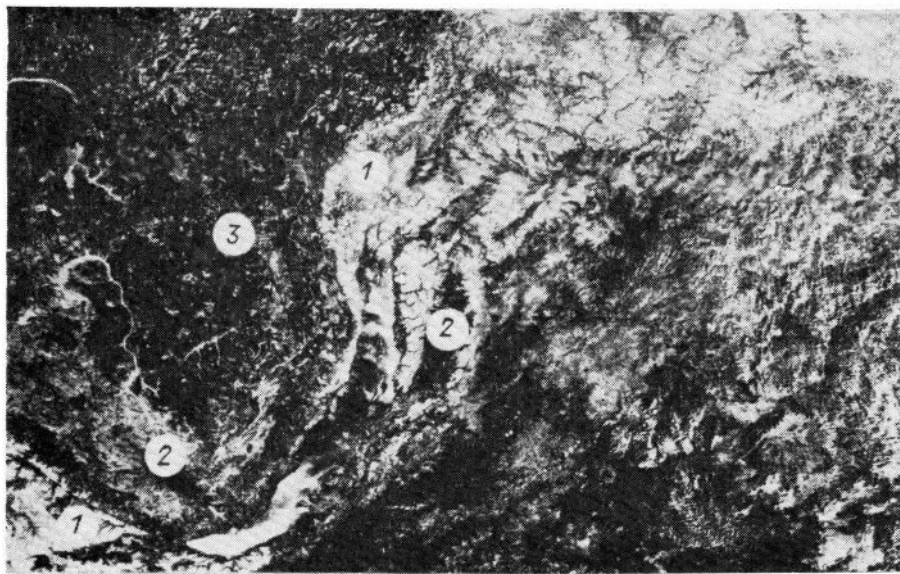


Фото 7. Фрагмент снимка, полученного с ИСЗ «Метеор» 8.04.80 г. в диапазоне длин волн 0,8—1,1 мкм.

Горы (1) отличаются от подгорных (2) и плоскогорных (3) территорий, выделяемых на уровне провинций.

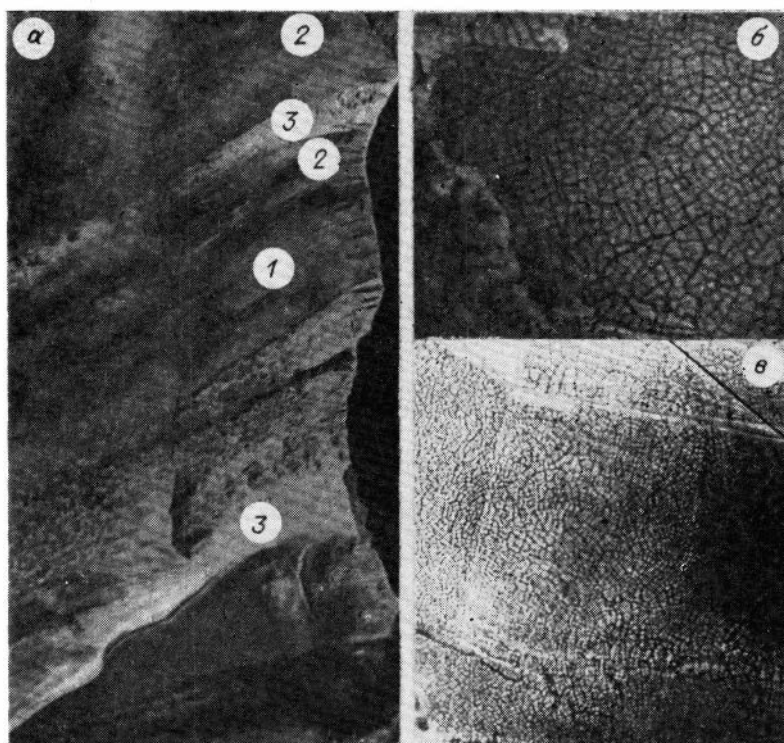


Фото 8. Фрагмент среднемасштабных аэроснимков.

а — сочетание каштановых (1), дерновых лесных (2) и степных бескарбонатных (3) почв; б — полосчато-блоковая структура в Приольхонье; в — полигональные структуры в Приангарье с аккумулятивными почвами понижений и деградированными повышений (светлые пятна).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Часть I	
Проблемы разработок комплексных методов дистанционных исследований	
Глава 1. Географические исследования в Сибири и проблемы использования аэрокосмических материалов (<i>В. В. Воробьев, А. В. Белов, Л. А. Пластинин</i>)	4
Глава 2. Проблемы комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов Сибири (<i>Л. К. Зятыкова</i>)	8
Глава 3. Дистанционные исследования природных процессов в районах активного освоения Сибири (<i>Л. К. Зятыкова</i>)	13
Глава 4. Проблемы аэрокосмических исследований биосферы (<i>И. И. Гиттельзон, Ф. Я. Сидько, А. П. Шевыринов, А. Д. Анощенко, С. Л. Молвинских, А. Ф. Сидько, В. В. Чепилов</i>)	16
Часть II	
Проблемы космोटотематического картографирования	
Глава 1. Комплексные дистанционные методы исследований при тематическом картировании (<i>Л. К. Зятыкова</i>)	26
Глава 2. Аэрокосмические методы в изучении и картографировании экзогенных процессов рельефообразования на БАМе (Удоканский промузел) (<i>Л. А. Пластинин, В. М. Плюснин</i>)	30
Глава 3. Изучение и картографирование почвенного покрова Прибайкалья с использованием аэрокосмических снимков (<i>В. А. Кузьмин</i>)	58
Глава 4. Принципы и методы среднемасштабного геоботанического картографирования с использованием аэрокосмических материалов (на примере Северного Прибайкалья) (<i>А. В. Белов</i>)	67
Глава 5. Геокриологическое тематическое космифотокартирование Южно-Якутского ТПК (<i>М. М. Шац, И. В. Дорофеев</i>)	78
Часть III	
Проблемы и перспективы космической антропоэкологии	
Глава 1. Космическая антропоэкология — задачи и цели исследований (<i>В. П. Казначеев</i>)	89
Глава 2. Космическая антропоэкология — направления исследований и разработок (<i>В. П. Казначеев</i>)	93
Часть IV	
Проблемы усовершенствования автоматизированной обработки изображений	
Глава 1. О государственной сети центров обработки данных дистанционного зондирования (<i>А. С. Алексеев, В. П. Пяткин</i>)	103
Литература	117
Библиографический обзор	124
Приложение	161

Владимир Васильевич Воробьев
Влаиль Петрович Казначеев
Иосиф Исаевич Гительзон и др.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИБИРИ

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики
им. 60-летия Союза ССР СО АН СССР

Редактор издательства *Е. И. Тимофеева*
Художественный редактор *М. Ф. Глазырина*
Технический редактор *Г. Я. Герасимчук*
Корректоры *С. В. Ильина, Е. В. Тухтэрова*

ИБ № 34079

Сдано в набор 06.05.87. Подписано к печати 21.09.87. МН-05314. Формат 70×108¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 13,3 + 1,4 на мел. бум. Уч. кр.-отт. 15. Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 1000 экз. Заказ № 806. Цена 3 р. 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099. Новосибирск, 99, Советская, 18.

4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

готовятся к выпуску следующие работы:

Кузнецов В. А. Проблемы рудноформационного анализа и металлогении. — 25 л.

Публикуются наиболее важные работы выдающегося исследователя Сибири академика В. А. Кузнецова, посвященные геологии рудных месторождений и металлогении. Подробно рассмотрены вопросы геотектонического районирования Алтае-Саянской складчатой области, металлогении полициклических складчатых областей, геологии и закономерностей размещения ртутных месторождений. Особое внимание уделено развитию учения о рудных формациях и принципам металлогенического анализа на основе рудно-формационных методов исследований.

Для специалистов в области рудообразования и металлогении.

Известковые водоросли и строматолиты. Систематика, биостратиграфия, фацциальный анализ. — 18 л.

Приводятся сведения о таких отделах известковых водорослей, как синезеленые, зеленые, красные. Дается описание некоторых новых форм из палеозойских отложений Сибирской, Восточно-Европейской платформ, Урала. Материал дополняет наши представления о разнообразии низших растений в прошлые времена и позволяет уточнить биостратиграфические схемы палеозоя Сибири и Урала.

Для специалистов, занимающихся стратиграфией, палеонтологией и палеоэкологией фанерозоя.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу: 117192 Москва, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига», или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».

- 480091 **Алма-Ата**, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);
370005 **Баку**, ул. Коммунистическая, 51 («Книга — почтой»);
232600 **Вильнюс**, ул. Университето, 4;
690088 **Владивосток**, Океанский проспект, 140 («Книга — почтой»);
320093 **Днепропетровск**, проспект Гагарина, 24 («Книга — почтой»);
734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95 («Книга — почтой»);
375002 **Ереван**, ул. Туманяна, 31;
664033 **Иркутск**, ул. Лермонтова, 289 («Книга — почтой»);
420043 **Казань**, ул. Достоевского, 53 («Книга — почтой»);
252030 **Киев**, ул. Ленина, 42;
252142 **Киев**, проспект Вернадского, 79;
252030 **Киев**, ул. Пирогова, 2;
252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);
277012 **Кишинев**, проспект Ленина, 148 («Книга — почтой»);
343900 **Краматорск**, Донецкой обл., ул. Марата, 1 («Книга — почтой»);
660049 **Красноярск**, проспект Мира, 84;
443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2 («Книга — почтой»);
191104 **Ленинград**, Литейный, 57;
199164 **Ленинград**, Таможенный пер., 2;
196034 **Ленинград**, В/О, 9 линия, 16;
220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72 («Книга — почтой»);
103009 **Москва**, ул. Горького, 19а;
117312 **Москва**, ул. Вавилова, 55/7;
630076 **Новосибирск**, Красный проспект, 51;
630090 **Новосибирск**, Морской проспект, 22 («Книга — почтой»);
142284 **Протвино**, Московской обл., ул. Победы, 8;
142292 **Пущино**, Московской обл., МР, «В», 1;
620161 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);
700000 **Ташкент**, ул. Ю. Фучика, 1;
700029 **Ташкент**, ул. Ленина, 73;
700070 **Ташкент**, ул. Шота Руставели, 43;
700185 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);
634050 **Томск**, наб. реки Ушайки, 18;
634050 **Томск**, Академический проспект, 5;
450059 **Уфа**, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);
450025 **Уфа**, ул. Коммунистическая, 49;
720000 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);
310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).