



**КОМПЛЕКСНЫЕ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
СИБИРИ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ  
«АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРИ»

# КОМПЛЕКСНЫЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИБИРИ

Ответственные редакторы  
акад. *А. Л. Янин*,  
канд. геол.-мин. наук *Л. К. Зягкова*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Новосибирск • 1984



4392

**Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.** — Новосибирск: Наука, 1984.

Изложены результаты региональных исследований и методических разработок, выполненных по программе «Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока». Выясняются природа отражения на космических снимках различных типов тектонических структур и их значение для поисков полезных ископаемых. Изучаются структурные переходные зоны, зоны сопряжения различных типов разновозрастных структур и их прогнозно-поисковое значение, а также тематическое картирование, ландшафтное районирование. Анализируется методика составления структурных морфотектонических и природоохранных карт.

Для геологов, геоморфологов, географов, использующих в исследованиях аэрокосмическую информацию.

Рецензенты

*Д. А. Синельников, Л. В. Алабин*

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

чл.-кор. АН СССР *А. С. Алексеев*, канд. физ.-мат. наук  
*В. П. Пяткин*.

В изучении природных ресурсов Сибири особое значение приобретают новые методы исследований, осуществляемые с помощью средств космической техники. Решениями XXV—XXVI съездов КПСС предусмотрено продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов.

Вопросы рационального использования природных ресурсов, интенсивное освоение Сибири, создание крупных промышленных комплексов требуют разработки учения о современных геологических и геоморфологических процессах, которые являются ведущими факторами в формировании геодинамических структурно-геоморфологических комплексов.

Одна из важнейших задач современного природопользования — выявить новые природные богатства, научно обосновать возможности их наиболее рационального расходования. Решать эту задачу можно только на базе современных научных и технических достижений, связанных с изучением Земли из космоса.

Высокая научная и экономическая эффективность изучения Земли космическими методами в интересах народного хозяйства была подтверждена III научной сессией Научно-координационного совета по проблеме «Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири», которая проходила в Новосибирске в декабре 1982 г. Настоящий сборник посвящен результатам региональных исследований и методических разработок, выполняемых по программе «Сибирь» и доложенных на рабочем заседании этой сессии: геологическим исследованиям и поискам полезных ископаемых с помощью аэрокосмических средств. В книге отражены проблемы тематического картирования с применением комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов в Сибири; особенности структурной интерпретации разномасштабных и разноаспектных космоснимков различных районов Сибири и Дальнего Востока; аэрокосмические методы в системе комплексного изучения глубинного геологического строения земной коры и возможного прогноза погребенных структур нефтегазоносных территорий; изучение размещения кимберлитовых ареалов относительно региональных дизъюнктивов в области прогибания Сибирской платформы; изучение рудных полей с использованием космических сним-

ков и их прогнозно-поисковое значение для отдельных районов Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Алтая и других районов Сибири и прилегающих территорий.

Особое внимание уделено дистанционным исследованиям структурно-геоморфологических (геодинамических) комплексов различных природно-климатических зон Западной Сибири, возможностям использования многозональной космической информации при изучении природных ресурсов Сибири.

В целом III научная сессия подтвердила важность совершенствования методов обработки и тематической интерпретации аэрокосмической информации о Земле, которые необходимы для дальнейшего изучения и рационального использования природных ресурсов, для успешного выполнения программы «Сибирь».

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОИСКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А. Л. ЯНШИН, Л. К. ЗЯТЬКОВА

### ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В СИБИРИ

Решения XXVI съезда КПСС, постановления Правительства об охране природной среды и рациональном использовании природных ресурсов во многом определяют дальнейшие пути изучения природных ресурсов и их картирования с применением космической фотоинформации [Яншин, Зятькова, 1980; Яншин и др., 1982а, б].

Изучение природных ресурсов часто связано как с поисками полезных ископаемых, так и с освоением территориальных природных комплексов, для чего требуется составление целого набора специализированных космофотокарт — геоморфологических, геоботанических, геофизических, геологических, отражающих характер геологических, геоморфологических процессов и их взаимодействие с экзогенными процессами. Только комплексный геодинамический подход к изучению этих взаимосвязей позволяет правильно понимать неотектонические процессы на поверхности Земли. Вот почему структурная геоморфология, отражая пространственное распределение и влияние тектонических структур на рельеф, дает возможность изучать результаты тех геодинамических процессов, которые создают современные особенности поверхности Земли, связанные не только с экзогенными процессами, но и с эндогенными. В настоящее время в силу широкого использования космической фотоинформации назрела необходимость создания тематических комплексных карт для решения ряда конкретных задач в науках о Земле [Асеев и др., 1978; Бабанова и др., 1978; Башенина, 1977; Васютина и др., 1978; Веденская, 1978; Ганешин, 1978; Граве, Городецкая, 1978; Дедков, Бабанов, 1978; Костенко, 1982; Лилиенберг, Сетунская, 1980; Николаев, 1982; Яншин, Зятькова, 1980; Яншин и др., 1982а, б]. При изучении новейших структур стало важно привлечь данные не только по поверхностным экзогенным процессам, но и процессам, протекающим в тектоносфере и в пределах мантии Земли, где зарождаются собственно тектонические движения [Николаев, 1982]. Изучение объектов неотектоники стало более сложным в связи с учетом экзогенных процессов и орографических особенностей, требующих изменения общей методологии исследований, составления комплексных специализированных структурно-геоморфологических карт с использованием космодатосхем (см. Приложение, фото 1).

Специальное геоморфологическое картирование с использованием космических снимков требует разработки новых подходов, методов для составления палеогеоморфологических и структурно-геоморфологических карт. Эти исследования, основанные на анализе фотографий космических съемок, проведенных в различное время года, и хорошо выполненных топографических карт, отражают рельеф с наименьшим искажением. Каждый из упомянутых способов изображения рельефа имеет свою специфику, достоинства и недостатки, поэтому они не могут быть взаимозаменя-

**Специализированное тематическое структурно-геоморфологическое картирование  
(СГК) с использованием космической фотoinформации**

№ п/п	Цель картирования	Задача исследований и картирования	Построение основных карт	
			для специальных структурно-геоморфологических исследований (схемы — карты)	для общего анализа рельефа (карты, профили)
1	Региональные геоморфологические исследования природных комплексов	<ol style="list-style-type: none"> <li>Изучение и инвентаризация природных ресурсов</li> <li>Дистанционное геоиндикационное районирование Сибири на основе анализа природных условий</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Рекомендаций природоохранных мероприятий</li> <li>Современных рельефообразующих экзогенных процессов (с современными геодинамическими процессами)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Гипсометрическая</li> <li>Уклонов местности</li> <li>Относительных превышений</li> <li>Густоты расчленения, интенсивности эрозионного расчленения</li> <li>Длин склонов</li> <li>Морфометрические карты по методам В. П. Философова</li> </ol>
2	Структурно-геоморфологические исследования новейших тектонических движений	<ol style="list-style-type: none"> <li>Изучение проявления новейших тектонических движений</li> <li>Выявление активных зон глубинных, региональных, локальных разломов</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Элементов новейшей тектоники</li> <li>Разломной тектоники</li> <li>Морфоструктурных особенностей (сопоставление новейшего и древнего структурных планов)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Остаточно-вершинной поверхности</li> <li>Состав и мощности рыхлых отложений (карта четвертичных отложений)</li> <li>Современных рельефообразующих процессов-морфоскульптур</li> <li>Спряженных, кольцевых (изометрических) образований</li> <li>Величин денудационных срезов</li> <li>Геоморфологических особенностей современного рельефа</li> </ol>
3	Поисково-разведочные структурно-геоморфологические исследования при выявлении полезных ископаемых	<ol style="list-style-type: none"> <li>Поиски нефтегазоносных площадей</li> <li>Поиски рудных месторождений</li> <li>Поиски и разведка гипергенных месторождений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Сейсмического районирования, с распределением очагов землетрясений, с осями основных напряжений земной коры и районов возможных землетрясений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Спряженных, кольцевых (изометрических) образований</li> <li>Величин денудационных срезов</li> <li>Геоморфологических особенностей современного рельефа</li> </ol>
4	Сейсмическое районирование	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выявление сейсмически активных районов возможного проявления землетрясений</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Морфоструктурные с элементами современных тектонических движений и результатами повторного нивелирования</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Отдешфривированных космофотоматериалов</li> <li>Комплексные структурно-геоморфологические профили</li> </ol>
5	Изучение современных тектонических движений	<ol style="list-style-type: none"> <li>Дистанционное исследование современных изменений рельефа и их связь с геофизическими, геодезическими явлениями</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Палеоморфоструктурные для поисков перспективных нефтегазоносных районов</li> </ol>	
6	Палеогеоморфологические исследования	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выявление неструктурных нефтегазоносных ловушек (палеодолин) палеодельт</li> <li>Поэтапное изучение формирования рельефа в связи с поисками полезных ископаемых</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Палеогеоморфологические поэтапные карты для поисков гипергенных месторождений</li> <li>Инженерной оценки рельефа</li> </ol>	

№ п/п	Цель картирования	Задачи исследований и картирования	Построение основных карт	
			для специальных структурно-геоморфологических исследований (схемы—карты)	для общего анализа рельефа (карты, профили)
7	Инженерно-геоморфологические исследования	1. Изучение рельефообразующих процессов, влияющих на проектирование, строительство и эксплуатацию сооружений		

емыми, а должны дополнять друг друга [Костенко, 1982]. Известно, что структурно-геоморфологическое картирование связано как с решением общетеоретических задач в изучении современного рельефа, структуры и генезиса глубинных зон Земли, так и с прикладными задачами поисков полезных ископаемых, с сейсмическим районированием, с инженерно-геологическими изысканиями.

Поэтому ни один из подходов и методов современного геологического и геоморфологического картирования не может быть единственным 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. О методике морфоструктурного или структурно-геоморфологического картирования писали многие исследователи [Аристархова, 1977, 1978; Башенина, 1977, Зятькова, 1977, 1979, 1980]. Структурно-геоморфологическое картирование проводится в предполевой — камеральный — период: это анализ топоосновы, аэрокосмических снимков, геолого-геофизического и геодезического материала. Для выявления динамики современных процессов сопоставляются и выясняются связи как отдельных форм рельефа, так и целых обширных территорий с различным геологическим строением, с древней и новейшей тектоникой, устанавливается совпадение или несовпадение геологических и геоморфологических границ.

Для этого предварительно выясняются: 1) морфология и морфометрия всех элементов рельефа; 2) плановый рисунок и морфология речных долин (склонов, террас, пойм); 3) морфология междуречий, тип междуречий, хребтов, возвышенностей и т. д.; 4) абсолютные и относительные высоты основных элементов рельефа; 5) густота и глубина расчленения; 6) распределение общих уклонов; 7) распределение склонов различной крутизны, длины, ширины и т. д., то есть составляется серия предварительных аналитических карт. На основании полученных сведений делаются предварительные выводы о соотношении рельефа с геологическим строением, с новейшей тектоникой, с ландшафтными особенностями; о динамике современных рельефообразующих процессов; о фациальных изменениях генетических типов отложений; о плановом изменении рисунка всех элементов рельефа; о влиянии линейных элементов и их связи с разломной тектоникой.

Таким образом, в результате предполевых работ с использованием космической информации составляется серия карт, которые уточняются в полевых условиях для составления окончательных прогнозных карт морфоструктурных особенностей исследуемых территорий, для тех конкретных задач, которые поставлены перед исследователями. Опыт наших работ в равнинных и горных условиях Сибири показывает, что для составления специальных структурно-геоморфологических карт надо эффективнее использовать морфогенетическую основу геоморфологического картирования; отражать происхождение, направленность, энергию процессов экзогенного рельефообразования; морфометрическими показателями от-

ражать влияние и относительную интенсивность тектонической активности на современный рельеф и распространение тех или иных полезных ископаемых или сейсмически активных зон.

Ниже мы рассмотрим конкретные проблемы, которые встают перед исследователем при тематическом картировании с использованием космической фотоинформации природных комплексов Сибири, при структурно-геоморфологических исследованиях новейшей тектоники, при поисках полезных ископаемых, инженерно-геоморфологических исследованиях, выявлении сейсмической активности и изучении современных тектонических движений, при специальном космофотогеологическом картировании (см. таблицу).

## **СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

С активным освоением природных ресурсов Сибири структурно-геоморфологическое и геоморфологическое картирование приобрело особое значение для их изучения и инвентаризации в пределах структурно-геоморфологических комплексов. С учетом климатической зональности мы выделяем структурно-геоморфологические комплексы как отражение взаимодействия тектонических структур с экзогенными факторами [Зяткова, 1979]. Под структурно-геоморфологическим комплексом мы понимаем совокупность геолого-географических особенностей, обусловленных геологическим строением и климатической зональностью.

Составление специализированных геоморфологических карт природно-территориальных комплексов может оказать большую помощь в определении закономерностей размещения гипергенных полезных ископаемых, связанных с корами выветривания, морозно-солифлюкционными и карстовыми процессами, которые являются главными факторами разрушения, переноса и отложения выветрелых коренных пород. Изучение и картирование результатов этих процессов дают возможность выявлять особенности высвобождения, переноса и сосредоточения полезных ископаемых в конкретных месторождениях. Картирование природных комплексов с использованием космической фотоинформации позволит, при условии учета климатической зональности, правильно использовать природные ресурсы, проводить природоохранные работы (см. Приложение, фото 2).

## **СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ**

Описываемое картирование объединяет построение карт особого назначения для выявления не только амплитуд и характера проявления новейших тектонических движений, но и структурных особенностей современного рельефа для выявления «живых», активных структурных форм, выраженных в рельефе в виде поднятий и впадин. В отличие от неотектонических карт на данных картах не учитывается рост структурных форм в предшествовавшие этапы развития, поэтому суммарные поднятия дают представление только о наиболее молодом этапе развития тектонических деформаций в рельефе исследуемого региона. Структурно-геоморфологические исследования помогают определить направленность развития структурных форм, степень унаследованности современного структурного плана от древнего.

Таким образом, на структурно-геоморфологических картах отражаются структурные формы, которые в морфологическом отношении представляют собой системы поднятий и впадин с границами структурных форм и суммарных вертикальных движений. Одно из главных назначений структурно-геоморфологических карт — выделение разных категорий ли-

неаментов, разграничивающих поднятия и впадины, в результате которых образовались разломы.

В районах равнин, предгорных и внутригорных впадин зоны разломов, перекрытые рыхлыми отложениями, выделяются труднее, но при дешифрировании на космических снимках они могут «просвечиваться» сквозь покров четвертичных отложений и подчеркиваться рисунком и характером речных долин. Широкое развитие ослабленных зон определяет глобальный характер большинства структурных форм. Поэтому при структурно-геоморфологических исследованиях рекомендуется проводить комплексное изучение рельефообразующих разрывов и зон трещиноватости. Картирование предварительно выделенных линеаментов значительно облегчает построение структурно-геоморфологических карт. Выделение активных зон имеет большое значение для установления рудных проявлений и перспективных нефтегазоносных площадей.

### СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ПОИСКАХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В практику геоморфологических исследований при поисково-разведочных работах разных масштабов введен так называемый морфоструктурный анализ, который осуществляется разными приемами [Аристархова, 1978; Астахова, 1978; Башенина, 1977; Зятькова, 1979; Постоленко, 1978]. Большое количество приемов (методов) морфоструктурного анализа обусловлено разнообразием рельефа и неодинаковыми задачами геоморфологической съемки при поисках эндогенных полезных ископаемых, при установлении рудных проявлений, поисках нефти и газа, поисках бокситов и россыпных месторождений.

**Специальные структурно-геоморфологические карты для выявления рудных полей.** Особые требования к специальному структурно-геоморфологическому картированию предъявляются при поисках месторождений эндогенного оруденения [Симонов, 1977; Соловьев, 1977]: 1) признаки особенностей современного рельефа, выявленные в районах известных месторождений, должны являться эталонными для мало изученных районов; 2) при построении структурно-геоморфологической карты необходимо учитывать, что она должна отражать направление и объем сноса, положительные и отрицательные современные блоки (области сноса и накопления); активные «живые» морфоструктуры и литоморфные структуры, основные линеаменты, зоны трещиноватости, размещение массивов магматических пород; выявлять существующие рудопроявления, данные гидрохимического опробования грунтовых вод; устанавливать связь новейшего структурного плана с мезозойскими (или более древними) структурными формами; выявлять тенденции проявления новейших тектонических движений (активных, менее активных, пассивных, унаследованных, инверсионных, сложных — гетерогенных) [Пиотровский, 1977].

Перед специальным структурно-геоморфологическим картированием при поисках нефти и газа стоят следующие основные задачи [Аристархова, 1977; Зятькова, 1979]: выявление по геоморфологическим признакам современных региональных и локальных тектонических структур; обнаружение и уточнение районов возможного распределения локальных структур, возможных ловушек для нефти и газа. Кроме того, необходима оценка качественной и количественной характеристики проявления новейших тектонических движений, оценка активности, унаследованности и структуроформирующей роли дифференцированных новейших тектонических движений, влияющих на формирование и разубоживание залежей, связанных со структурными ловушками. При специальном структурно-геоморфологическом картировании необходимо составление палеогеоморфологических карт для реконструкции палеодолин, палеodelьт, являющихся часто районами распространения неструктурных нефтегазоносных ловушек; для выявления крупных региональных структур, к которым бы-

вают приурочены нефтегазоносные зоны, бассейны. В современном рельефе нефтегазоносные бассейны чаще всего представлены низкими аккумулятивными равнинами различного генезиса аккумулятивно-денудационными, денудационными, структурно-денудационными равнинами. Однако структурно-геоморфологический анализ (морфоструктурный) сам по себе еще не позволяет обнаружить и изучить локальные структурные формы верхнего структурного этажа, поэтому геоморфологические исследования необходимо сочетать с геологическими, геофизическими и др. На структурно-геоморфологической карте для нефтепоисковых работ должны быть отражены, во-первых, прямые и косвенные связи современного рельефа с элементами пассивной тектоники, участки аномальных врезов русел, спрямленных их участков, высота, крутизна уступов, участки повышенной активности современных процессов денудации и аккумуляции, следы перестроек речных систем и т. д.; во-вторых, на структурно-геоморфологической карте должны быть отражены историко-морфогенетический фон рельефа, который показывается цветом, и активные проявления новейших тектонических движений, показанные условными знаками.

**Структурно-геоморфологические исследования при поисках гипергенных полезных ископаемых.** Основными целями и задачами структурно-геоморфологического картирования при поисках полезных ископаемых, связанных с корами выветривания, являются: 1) выделение неотектонических структур, контролирующих локальное распространение и сохранность бокситоносных отложений, распространение кор выветривания; 2) изучение истории развития рельефа, выявление связи современного рельефа с древним; 3) палеогеоморфологические исследования с установлением типов месторождений бокситов (генетических, тектонических и морфологических); 4) выявление районов, испытавших интенсивную денудацию и аккумуляцию, определение мест относительно слабых воздыманий и опусканий; 5) определение карстовых проявлений вдоль разломов, к которым часто приурочены месторождения бокситов этого типа; 6) изучение всех отрицательных форм рельефа, ложбин, замкнутых котловин; 7) выявление слабо расчлененных участков определенного гипсометрического уровня, построение карт остаточно-вершинной поверхности с фиксированием кор выветривания.

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

Построение специализированных карт (с использованием космической фотоинформации) сейсмической активности с элементами новейшей тектоники имеет большое значение для выявления зон возможного возникновения очагов землетрясений [Николаев, 1982]. При составлении таких карт широко используются геологические критерии и космическая фотоинформация. В. П. Солоненко, Н. А. Флоренсов, В. В. Белоусов, М. В. Гзовский, В. Н. Крестников, Н. И. Николаев указывали, что для решения теоретических проблем и практических заключений в изучении сейсмичности большое значение имеют обзорные карты новейшей тектоники, сейсмичности, распределения эпицентров землетрясений, распределения зон высоких напряжений, зон активных морфоструктурных узлов, зон возможных землетрясений.

Эти карты являются эффективным способом тектонического анализа космических снимков. С их помощью определяются корреляционные связи между геологическими, геоморфологическими элементами, они способствуют изучению и развитию теории тектогенеза и геоморфогенеза; позволяют более правильно понимать и оценивать сейсмичность различных геоструктурных областей.

Так, по карте сейсмического районирования юга Евразии устанавливается, что землетрясения происходили не хаотично, а приурочены к вытянутым структурным зонам, будучи связанными с эпигеосинклинальными и эпиплатформенными областями орогенеза и рифтогенеза [Николаев, 1982]. При дешифрировании космических снимков важно помнить, что землетрясения — явления многофакторные, а физико-механические свойства и прогнозные показатели трещиноватости горных пород формируются в течение длительного периода тектонической жизни того или иного района [Николаев, 1982]. Поэтому необходимы комплексные изучения, так как отдельно взятый фактор не может полно отражать особенности как новейших тектонических движений, так и сейсмически активных зон. Следует больше внимания уделять генетическим особенностям землетрясений и учитывать их в прогнозах с обязательным учетом количественного анализа сеймотектонических процессов, приводящих к формированию сейсмически опасных зон [Николаев, 1982].

### СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Для картографических работ большое значение имеют различные виды космических съемок, выполняемых при изучении современных тектонических движений [Зятькова, 1980]. На космических снимках четко фиксируются оси современных поднятий, стыки разновозрастных структур, направление глубинных разломов. По космическим снимкам можно определить не только динамику отдельно «живущих» зон глубинных разломов, но и особенности современного развития целых тектонически активных крупных блоков, их сопряжения с различными разновозрастными структурами. Такие исследования весьма перспективны и со временем будут необходимы для выяснения динамических и структурных особенностей, для решения ряда практических задач, в том числе для изучения современных тектонических движений.

Известно, что съемка из космоса не умаляет значения карты и не подменяет ее, а повышает ее роль в познании многих явлений. Большая обзорность, информативность в отношении изображения элементов рельефа и ландшафта позволяют изучать региональные и локальные структурно-неотектонические закономерности. Поэтому необходимо разрабатывать методику дешифрирования для решения этих вопросов [Михайлов, 1979]. Особенно важны совместные исследования картографическим и аэрокосмическим методами при изучении современных тектонических движений, поскольку они дополняют друг друга, что позволяет по-новому подойти к расшифровке ряда важных элементов новейших 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 элементов ландшафта. Они отражают локальные антиклинальные, синклинальные складки, депрессионные прогибы и зоны разломов, участки повышенной трещиноватости, напряженности разрывов. И несмотря на то что аэрокосмические снимки не раскрывают внутреннего строения структур и не дают количественных характеристик, содержащаяся в них информация о проявлении вертикальных и горизонтальных движений в ландшафте имеет большое значение [Михайлов, 1979]. На комплексное картирование современной геодинамики указывали в своих работах Д. А. Лилиенберг, Л. Е. Сетунская [1980], Л. К. Зятькова [1980]. Исследование современных тектонических движений носит комплексный характер, так как любой односторонний подход может привести к ошибочным выводам.

Наиболее эффективно комплексное картирование современных тектонических движений, когда на один и тот же район составляется серия

карт с использованием космических снимков, отражающих различные процессы современной геодинамики. Таким образом, при изучении современных тектонических движений и сейсмической активности необходимо проводить комплексное картографирование с дешифрированием космических снимков, отражающих всю сложность современных геодинамических процессов геотектогенеза, его связи с различными геологическими, геоморфологическими, геофизическими и другими явлениями. Поэтому комплексный подход к этой проблеме требует создания не просто серии разных типов карт, а серии взаимосвязанных карт, объединенных единой задачей, единой целевой направленностью и взаимно дополняющих друг друга.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ**

При составлении специальных палеогеоморфологических карт широко используется аэрокосмический и топографический материал, составляются комплексные профили; проводится анализ поверхностей выравнивания, региональных эрозионных врезов и ступеней, распространения кор выветривания; изучаются террасовые комплексы, реликтовые речные долины и озерные котловины и т. д. [Зятькова, 1977, 1979; Костенко, 1982].

Основные закономерности строения рельефа и его относительный возраст определяются методами сравнительного анализа, которые позволяют установить последовательность и характер горизонтального и вертикального расчленения.

В зависимости от конкретных геоморфологических условий, а также от масштаба космической съемки, от задач, стоящих перед исследователем, составляются определенные легенды к палеогеоморфологическим картам. Но всегда ее главным содержанием остается возраст рельефа, поскольку основная задача специальной палеогеоморфологической карты — выяснение последовательности формирования поднятий, впадин; реконструкция древних путей сноса терригенного материала из областей развивающихся поднятий и денудации. Как отмечали М. В. Проничева, А. П. Рожественский, особое значение имеют палеогеоморфологические карты при нефтепоисковых работах, при выявлении неструктурных ловушек нефти и газа, связанных с палеоруслунами, палеодельтами.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Известно, что геоморфологический анализ и геоморфологическое картирование входят в состав инженерно-геологических работ [Граев и др., 1978; Раскатов и др., 1978; Симонов, 1977]. В зависимости от поставленных задач и типа инженерных сооружений решается круг вопросов, связанных с изучением характера рельефа. Инженерная оценка направлена на выявление тех особенностей рельефообразующих процессов, которые влияют на проектирование, строительство и эксплуатацию сооружений, водохранилищ. Поэтому исследователей могут интересовать морфометрические характеристики рельефа, полученные в результате составления точных высококачественных топографических карт, где указаны уклоны, относительные превышения, экспозиция и длина склонов, густота и глубина эрозионного расчленения. Для создания водохранилищ кроме упомянутых данных необходимо знать происхождение и возраст рельефа, характеристику рыхлых отложений и ареалов распространения современных эк-

зогенных рельефообразующих процессов, влияющих на устойчивость сооружений (обвалы, оползни, сели, лавины, карст, просадки и др.). На ранних стадиях изысканий, когда исследования ведутся в среднем или мелком масштабе, необходим анализ аэрокосмических материалов для составления комплексных структурно-геоморфологических карт, для оценок территории по условиям строительства. На этих картах должны быть показаны желательный порядок освоения территории, влияние экзогенных процессов и проявлений сейсмической активности. Поэтому возрастает роль картографических работ при геоморфологическом анализе местности, с учетом ее возможного использования для различных типов инженерных сооружений.

Таким образом, к основным специализированным геоморфологическим картам, необходимым при инженерной оценке территории, относится серия карт, дающая проектировщикам информацию о рельефе, его морфометрии, происхождении, возрасте, современной динамике рельефообразующих процессов, четко отражающихся на космических снимках.

Рассмотренные основные типы различных специализированных тематических карт широко применяются в структурной геоморфологии при изучении новейших тектонических движений, сейсмическом районировании, при различных поисковых и инженерно-геологических изысканиях. В настоящее время основными проблемами специального геоморфологического картирования при дешифрировании многозональных космических снимков являются 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 аппаратурной обработке космических снимков для составления тематических карт требует дистанционно-геоиндикационного районирования Сибири.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аристархова Л. Б. Геоморфологическое картирование при поисках нефти и газа.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Высшая школа, 1977, с. 335—340.
- Аристархова Л. Б. Роль общей геоморфологической карты при структурно-геоморфологических исследованиях.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 129—133.
- Асеев А. А., Благоевлин А. С., Веденская И. Э. и др. Основные принципы построения легенды геоморфологической карты СССР м-б 1 : 2 500 000.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 23—29.
- Астахова В. А. Специализированная геоморфологическая карта при прогнозировании гипергенных полезных ископаемых.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 90—95.
- Бабанова А. М., Буклин В. В., Волчегурский Л. Ф. и др. Структурно-геоморфологическое картирование и неотектонические исследования с применением дистанционных методов при поисках нефтегазоносных структур в Западном Казахстане.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 141—149.
- Башенниа Н. В. Дешифрирование космических снимков для геоморфологического картографирования.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Высшая школа, 1977, с. 20—220.
- Васютца Л. Г., Галабала Р. О., Гостева Т. С. и др. Геоморфологическое картирование при геологосъемочных и поисковых работах.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 70—74.
- Веденская И. Э. Черно-белые иллюстрированные геоморфологические карты.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 54—57.
- Ганешин Г. С. Состояние и задачи геоморфологического картирования в СССР.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 5—11.
- Граев М. К., Городецкая М. Е., Грязнова Т. П. и др. Специальное геоморфологическое картирование для целей проектирования крупного ирригационного строительства.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 166—170.
- Дедков А. П., Бабанов Ю. В. Об отражении тектонического и климатического факторов развития рельефа на среднемасштабных геоморфологических картах равнин.— В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 30—33.

- Зяцькова Л. К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1977. 213 с.
- Зяцькова Л. К. Структурная геоморфология Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. 198 с.
- Зяцькова Л. К. Методы структурно-геоморфологических исследований современных тектонических движений с использованием аэрокосмических материалов. — В кн.: Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. М.: Наука, 1980, с. 90—94.
- Костенко Н. П. Теоретические проблемы специального геоморфологического картирования. — В кн.: Проблемы структурно-климатического подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 111—129.
- Лилленберг Д. А., Сетунская Л. Е. Проблемы содержания, типологии и методики составления карт современных тектонических движений. — В кн.: Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. М.: Наука, 1980, с. 76—84.
- 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, с. 82—87.
- Николаев Н. И. Неотектоника и проблемы современной динамики литосферы. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Ч. 1. Таллин: изд. Института геологии АН Эст. ССР, 1982, с. 3—6.
- Пиотровский М. В. Геоморфологическое картирование при поисках полезных ископаемых. — В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Высшая школа, 1977, с. 312—329.
- Постоленко Г. А. Опыт составления разномасштабных геоморфологических карт при поисках погребенных россыпей в разных районах. — В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 82—86.
- Раскатов Г. И., Трегуб А. М., Холмовой Г. В. и др. Комплексирование геоморфологических методов исследований при изысканиях под гидротехнические объекты. — В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978, с. 177—180.
- Симонов Ю. Г. Геоморфологическое картирование при инженерных изысканиях. — В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Высшая школа, 1977, с. 359—367.
- Соловьев В. В. Картирование морфоструктур центрального типа, при прогнозировании и поисках месторождений эндогенных полезных ископаемых. — В кн.: Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1977, с. 100—105.
- Яншин А. Л., Зяцькова 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., Зяцькова Л. К., Березовская Р. В. и др. Тематическое картирование и автоматизированная обработка изображений. — В кн.: Первая Всесоюзная конференция. Биосфера и климат по данным космических исследований. (Тезисы докладов). Баку: ЭЛМ, 1982а, с. 179—181.
- Яншин А. Л., Зяцькова Л. К., Юдин В. С. Комплексные аэрокосмические методы исследования природных ресурсов Сибири. — В кн.: Первая Всесоюзная конференция. Биосфера и климат по данным космических исследований. (Тезисы докладов). Баку: ЭЛМ, 1982б, с. 144—146.

В. Л. НЕДОЧЕТОВ

## ПРОЦЕСС НЕРАВНОМЕРНОГО ОПУСКАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ КАК ПРИЧИНА «ПРОСВЕЧИВАНИЯ» ПОГРЕБЕННОЙ СТРУКТУРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ НА КОСМОСНИМКАХ

Благодаря эффекту «просвечивания» на снимках из космоса удается отдешифрировать некоторые из разломов фундамента, а отдельным из известных поднятий соответствуют «фотоаномалии» — участки изменения фототона, наложенные в виде размытых пятен на основное изображение. Объяснение эффекта «просвечивания» непосредственным воздействием на ландшафт неоднородностей гравитационного и магнитного полей Земли до сих пор не найдено *подтверждения, и в последнее время «просвечивания»* все чаще связывается с влиянием на ландшафт современных тектонических движений [Полканов, 1981; Розанов, 1981]. Однако опыт применения дистанционных методов не позволяет считать данную концепцию достаточно обоснованной.

Эволюция тектонического развития нефтегазоносных бассейнов (НГБ) подчиняется законам диалектики. Из этого, в частности, следует,

что каждый новый этап, даже в случае унаследованного развития тектонических структур, не может полностью повторять какой-либо из более ранних этапов развития НГБ. Поэтому картина дифференциации новейших тектонических движений даже в региональном плане в ряде случаев не соответствует конфигурации структурных элементов поверхности фундамента и нижних горизонтов осадочного чехла [Карта..., 1978]. Казалось бы отдельные детали погребенной структуры НГБ должны в еще меньшей степени отвечать современным деформациям поверхности литосферы. Но при тщательном изучении проявлений в ландшафте этой структуры исследователи столкнулись с парадоксальным фактом: все достоверно известные поднятия, впадины, уступы и другие формы рельефа фундамента находят прямое отражение в комплексе структурно-геоморфологических признаков и пластике рельефа поверхности литосферы. Приведем примеры.

В Припятской впадине даже малоамплитудным поднятиям, залегающим на глубине свыше 3000 м, соответствуют положительные деформации геоморфологических уровней [Готынян, 1981]. В Днепровско-Донецкой впадине над погребенными на глубины до 5000 м локальными выступами фундамента амплитуды положительных деформаций подошвы неоген-четвертичных отложений колеблются от 2 до 26 м. В Западной Сибири изучение направлений течения болот используется как один из самых надежных индикаторов структурного плана поверхности фундамента\*. В сопоставлении с фактом соответствия деформаций дневной поверхности и поверхностей нефтяных залежей [Хафизов, 1972] этот феномен может быть объяснен только повторяющей рельеф фундамента современной деформацией дна болотных массивов. При анализе геометрии деформаций следует учитывать геометрию поверхностей, на которые они накладываются. Так, в Волгоградском Поволжье, где структурный план нижнего этажа не наследуется мезозойско-кайнозойскими комплексами, замечено, что замкнутым поднятиям по нижним горизонтам чехла соответствуют «структурные носы», осложняющие моноклинальное залегание мезозойско-кайнозойских отложений.

Помимо соответствия форм рельефа фундамента для современных деформаций поверхности литосферы НГБ характерны плавность и непрерывность. О плавности говорит проявление их вне связи с сейсмичностью района, а непрерывность доказывается тем, что скорость вреза рек в районе положительных деформаций и отложение осадков в районе отрицательных несколько отстают от темпа деформаций рельефа фундамента [Мартинов и др., 1974].

Соответствие рельефа погребенного фундамента современным деформациям поверхности литосферы, по-видимому, является универсальной особенностью всех НГБ, и список примеров этого феномена вряд ли стоит продолжать. Подчеркнем лишь, что причиной соответствия не могут быть собственно тектонические (вызванные глубинными силами) деформации. Если над заведомо известными структурными формами фундамента мы всегда можем найти признаки согласованных с его рельефом деформаций, то деформации, заведомо вызванные современными проявлениями глубинных сил, далеко не всегда наследуют погребенные структурные формы. Помимо приведенных примеров к такого рода деформациям можно отнести и некоторые из выраженных в рельефе поднятий, совпадающих с отдельными из дешифрируемых на дистанционных снимках (ДС) кольцевых структур [Полканов, 1981].

Причина согласованности деформаций поверхности литосферы с рельефом фундамента заключается в том, что на процесс тектонического развития НГБ накладывается непрерывное опускание поверхности литосферы в силу гравитационного уплотнения ранее отложившихся осадков. Так как структура НГБ в любой момент его развития характеризуется нерав-

\* Вопрос дискуссионный. См.: К. Е. Иванов «Основы гидрологии болот лесной зоны». М.: Гидрометеиздат, 1957. 496 с. *Прим. отв. ред.*

номерной мощностью осадочного чехла, то наблюдаемая на поверхности скорость этого опускания будет большей над понижениями и меньшей над выступами консолидированного фундамента. Вследствие различия скоростей опускания на поверхности литосферы непрерывно формируется уничтожаемая экзогенными процессами уплотненная модель — «слепок» поверхности консолидированного фундамента.

Вопрос о влиянии процесса уплотнения осадочных пород на динамику современных деформаций поверхности литосферы пока не привлек внимания исследователей, хотя большое значение гравитационного уплотнения глин как фактора формирования структуры осадочного чехла Западно-Сибирской плиты было показано еще в 1965 г., а в дальнейшем гравитационное уплотнение рассматривалось в ряде работ [Кузин и др., 1972; Харизов, 1972; Горелов, 1972; Конторович и др., 1975]. Однако на графике роста Трехозерного поднятия [Горелов, 1972], кривые роста с учетом и без учета уплотнения соединены в точке современного момента времени, т. е. процесс уплотнения считается завершившимся. Рассматривая уплотнение мезозойских пород под давлением неоген-четвертичных отложений, авторы пишут лишь о влиянии уплотнения глин на неотектонические морфоструктуры, а не на динамику современных движений поверхности литосферы.

Но если внимательно отнестись к физической сущности процесса гравитационного уплотнения осадочных пород, нельзя не прийти к выводу о продолжении процесса уплотнения в условиях постоянной нагрузки при перерыве осадконакопления и даже при ее снижении вследствие денудационных процессов. Дело в том, что происходящие при уплотнении деформации скелета пород обязательно сопровождаются явлением ползучести.

Ползучести подвержены все твердые тела, и только благодаря этому процессу возможны широко распространенные в природе пликвативные дислокации даже самых жестких пород [Ажгирей, 1956]. При гравитационном уплотнении ползучесть проявится при деформации скелета осадка. Так, в скелете глинистых осадков явление ползучести будет сопутствовать уплотнению и дегидратации минеральных агрегатов. В псаммитах же и псефитах незначительные деформации соприкасающихся жестких зерен способствуют их вдавливанию в поры и повышению плотности упаковки зерен. До тех пор, пока сохраняется возможность такого вдавливания, уплотнение самих зерен играет подчиненную роль.

Несмотря на различия в конкретном проявлении, ползучесть скелета определяет длительность и непрерывность уплотнения любой пористой породы. Более того, именно явление ползучести позволяет с большой долей уверенности считать, что процесс гравитационного уплотнения продолжается и после снятия части нагрузки, и мы действительно наблюдаем отражение рельефа фундамента в деформациях поверхности литосферы бассейнов в условиях уменьшения горного давления, допустим, в результате таяния покровного ледника. Так, на схеме современных вертикальных движений Северной Америки [Никонов, 1978] в пределах распространения висконсинского ледника выделяются отрицательными знаками движения в районе Мичиганского бассейна и покрытые осадочным чехлом участки побережья Атлантического океана.

Процесс неравномерного опускания отражается в пластике рельефа, динамике подземных и поверхностных вод, формировании почвенно-растительного покрова. Интегральный эффект возникающих при этом неоднородностей ландшафта способствует появлению согласующихся с конфигурацией структурных форм фундамента неоднородностей яркости отраженного и собственного электромагнитного излучения поверхности Земли в видимом, инфракрасном и радиоволновом диапазонах.

Так как описанный механизм «просвечивания» проявляется вне зависимости от знака и скорости собственно тектонических движений, а также от интенсивности других факторов, позволяющих дешифровать на

космических снимках погребенные структурные формы, то, очевидно, здесь мы имеем дело с особым явлением природы. Это явление может быть использовано для разработки качественного геофизического метода поисков нефти — фотометрической разведки и комплексирования дистанционных исследований с сейсмическими и геохимическими методами прямых поисков залежей углеводородов. Восстановление по наблюдениям за пластикой рельефа «слепок» фундамента окажется полезным при развитии морфометрических и структурно-геоморфологических исследований. Кроме того, представляется целесообразным учитывать неравномерность опускания поверхности литосферы при долгосрочном прогнозе последствий и эффективности техногенного воздействия на ландшафт, например при мелиоративных и гидротехнических работах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ажгирей А. Д. Структурная геология. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1956. 493 с.
- Горелов С. К. К методике палеотектонического анализа локальных поднятий. — Тр. ЗапСибНИГНИ, Тюмень, 1972, вып. 61, с. 102—109.
- Готьян В. С. и др. Детальные аэрокосмические исследования в Припятской впадине. — В кн.: Дистанционные методы при нефтегазопроисковых работах. М.: изд. ИГиРГИ, 1981, с. 65—74.
- Дистанционные методы при нефтегазопроисковых работах. М.: изд. ИГиРГИ, 1981.
- Карта новейшей тектоники нефтегазоносных областей Сибири. М-б 1 : 2,5 млн./Под ред. Н. А. Флоренсова, И. П. Варламова. Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1978.
- Конторович А. Э. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 679 с.
- Кузин И. Л. и др. Уплотнение глинистых пород как фактор рельефообразования в Западной Сибири. — Тр. ЗапСибНИГНИ, Тюмень, 1972, вып. 37, с. 95—101.
- Мартынов О. С. и др. К вопросу о построении продольных профилей равнинных рек. — Геодезия и картография, 1974, № 10, с. 53—56.
- Никонов А. А. Современные вертикальные движения земной коры Северной Америки. — Геотектоника, 1978, № 8, с. 110—119.
- Полканов В. П. Кольцевые образования на междуречье рек Тюнга и Тюкяна и их связь с тектоническими структурами древнего заложения. — Исследование Земли из космоса, 1981, № 1, с. 37—42.
- Розанов Л. Н. Влияние динамики неотектонических движений на формирование фотона на космоснимках. — В кн.: Комплексная интерпретация космоснимков нефтегазоносных территорий. Л.: изд. ВНИГРИ, 1981, с. 14—31.
- Хафизов Ф. З. Роль новейших тектонических движений в изменении положения ВНК залежей нефти Среднего Приобья. — Тр. ЗапСибНИГНИ, Тюмень, 1972, вып. 61, с. 76—81.

Т. А. КУПРИНА, О. С. МАРТЫНОВ

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИНДИКАЦИИ ОПУСКАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Интенсивная добыча подземных флюидов (вода, нефть, газ) приводит к опусканию поверхности Земли (ОПЗ). Мировая практика насчитывает значительное количество примеров такого опускания в ходе длительной эксплуатации газовых и нефтяных промыслов [Захаров, 1969, 1976, 1978; Никонов, 1976; Успенский, 1975].

Значительные техногенные воздействия отмечаются на территории Западной Сибири, в Среднем Приобье. Учитывая, что здесь добываются нефть, газ, подземные воды, используемые для поддержания пластового давления (ППД), и принимая во внимание проектируемые разработки месторождений, можно утверждать, что процессы оседания неизбежны и для данного региона.

Опускание поверхности Земли происходит и в тех случаях, когда объем закачки воды для поддержания пластового давления превосходит до-



бычу нефти (в 2—4 раза), уменьшаются лишь темпы опускания [Успенский, 1975].

Оседание возможно за счет дегидратации и уплотнения глинистых прослоев, составляющих большую часть разреза отложений покурской свиты и залегающих в нефтяных районах Среднего Приобья на глубине 800—1500 м.

На возможность опускания при разработке нефтяных месторождений Среднего Приобья указывается в работах М. С. Успенского [1975], А. Д. Резника, Б. П. Ставицкого [1969], Ю. Ф. Захарова [1978]. По прогнозным расчетам Гипротюменьнефтегаза, ЗапСибНИГНИ, ВСЕГИНГЕО [Резник, Ставицкий, 1969] ожидаемое снижение напора для нефтепромыслов этого района приведет к опусканию поверхности Земли на несколько метров [Инженерная геология..., 1976]. Грунтовые воды на территории большинства месторождений расположены на глубине 0,3—1,5 м, поэтому локальное понижение земной поверхности вызовет повышение уровня грунтовых вод и увеличение заболоченности и заозеренности территории, приведет к опасному увеличению обводнения приповерхностных толщ.

Согласно данным М. И. Нейштадта [1971], болота Западной Сибири весьма подвижны и чутко реагируют на малейшие изменения наклона земной поверхности. Следовательно, в сторону возможных локальных понижений будут устремляться прилегающие водораздельные болота, увеличивая и ускоряя процесс заболачивания.

Таким образом, учитывая отсутствие специальных геофизических наблюдений на территории Среднего Приобья и то, что количество добытого флюида не всегда коррелируется с процессом опускания, вышесказанное позволяет в качестве индикатора этого опускания выбрать процесс динамики болот, в частности течение. Известна методика таких исследований болотных течений для определения неотектонических подвижек на территории Западной Сибири [Мартынов, 1981а, б].

Представляется возможным, используя критерий интенсивности процесса, отделить его естественную составляющую от той, что вызвана искусственным нарушением равновесия в недрах (добыча и закачка нефти, газа, воды). Основанием к этому служат различия в скоростях: по ориентировочным оценкам оседания поверхности Земли, вызванные антропогенным давлением, происходят в десятки раз интенсивнее неотектонических опусканий. Основной методический прием при этом — ретроспективный анализ карт течения болот, составленных на основе дешифрирования аэрофотоматериалов.

Исследования проведены на территории Большого Самотлорского месторождения нефти. Средняя заболоченность территории составляет 57%.

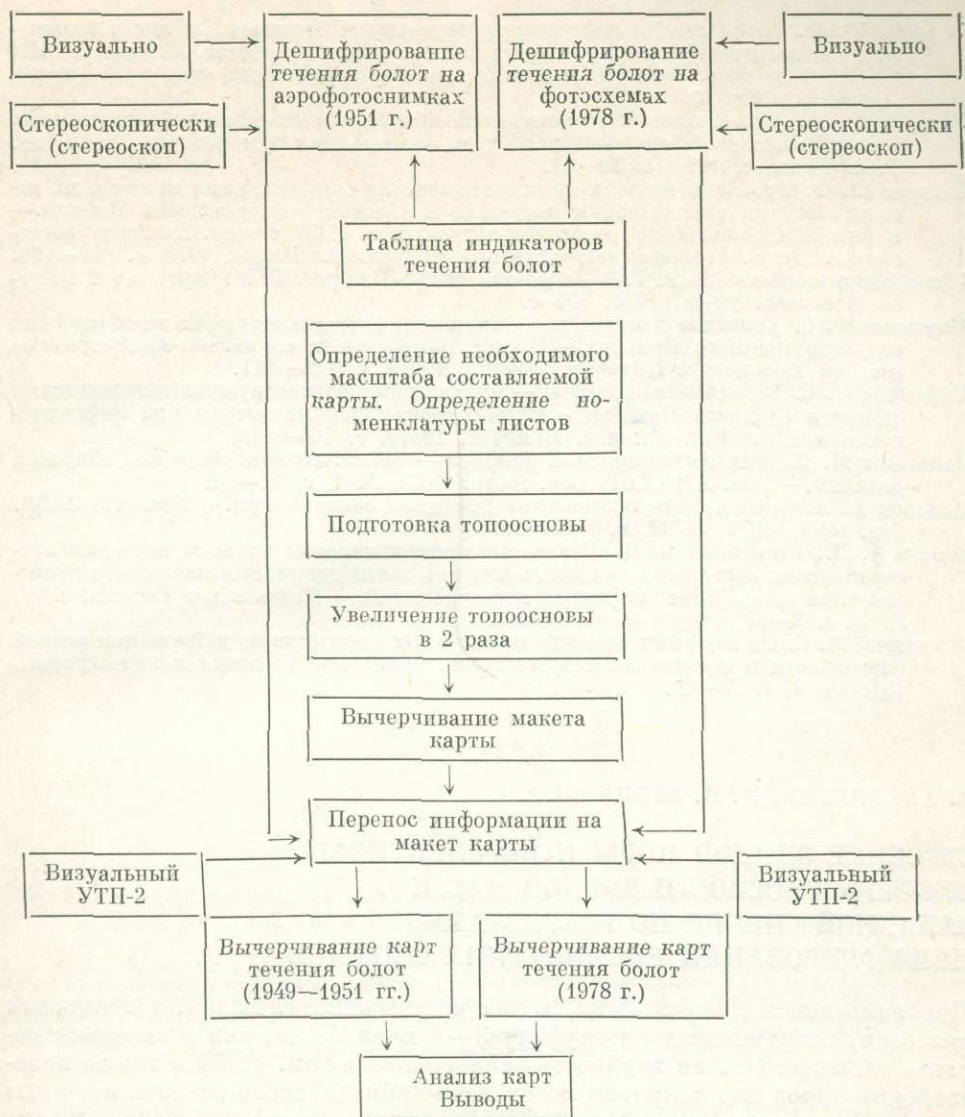
Методика составления карт течения болот и их анализа была следующей (см. таблицу).

В качестве исходного для дешифрирования использовался материал двух разновременных аэрофотозалетов: 1. Материал 1949—1951 гг. Снимки довольно низкого качества, дешифрирование проводилось визуально и инструментально (стереоскопически). 2. Материал 1978 г. Использовались также фотосхемы, составленные на основе этого залета. Снимки хорошего качества.

Дешифрирование снимков и фотосхем производилось на основе использования индикаторов течения болот. Болота — своеобразная система гидросети, и при наличии уклонов болотной поверхности воды и разжиженная торфяная масса деятельного слоя (глубина торфяной залежи 1,5—2 м) приходит в движение с образованием индикационных признаков такого движения (течения).

В основу анализа были положены предполагаемые изменения уклонов поверхности за счет возможных опусканий земной поверхности при эксплуатации месторождения. Визуальный анализ двух карт, построенных по материалам дешифрирования двух разновременных залетов, выделение мест резких изменений направления течения болот позволили установить

## Технология составления карт течения болот и их анализ



незначительное количество участков предполагаемого оседания поверхности Земли (на основе изменения направлений течения болот, трансформации болотных ландшафтов), причем не исключено, что некоторые из них выделены ошибочно — в результате низкого качества используемых материалов. Значительные опускания земной поверхности (несколько метров) на территории Большого Сомотлорского месторождения не зафиксированы (выбор полигона был несколько неудачен: количество воды, используемой для поддержания пластового давления, закачали в 2—3 раза больше количества добытой нефти; флюиды извлекались с больших глубин).

Для улучшения результативности работ необходимо: а) выполнять исследования на более крупномасштабном материале с изучением дополнительных косвенных признаков (обводненность мочажин, изменение контуров малых озер); б) отбирать используемые материалы только хорошего качества; в) расширить площадь исследуемого полигона с целью выявления всех возможных контуров опусканий земной поверхности; г) сузить временной промежуток между аэрофотосъемками.

## ЛИТЕРАТУРА

- Захаров Ю. Ф. Эксплуатация нефтяных месторождений Западной Сибири и возможность нежелательных антропогенных геологических процессов. М.: изд. ВНИИ ОЭНГ, 1969 (Сер. геол. Информация для нефтегазодобывающих предприятий Западной Сибири).
- Захаров Ю. Ф. Антропогенные геологические процессы и освоение нефтегазоносных земель Западной Сибири. — В кн.: Труды конференции по инженерной геологии. Т. 2. Тбилиси, 1976, с. 33—41.
- Захаров Ю. Ф. Проблемы изучения и предотвращения оседания поверхности и их последствий при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Сибири. — В кн.: Международный геологический конгресс. XXV сессия. Доклады советских геологов. Геология четвертичного периода. М.: Наука, 1978, с. 190—198.
- Инженерная геология СССР. Т. 2. Западная Сибирь/Под ред. Е. М. Сергеева. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1976. 495 с.
- Мартынов О. С. Болотные ландшафты — индикаторы прогнозируемых тектонических структур Среднего Приобья. — В кн.: Природные и социально-экономические системы Тюменского Приобья. Тюмень, 1981а, с. 105—111.
- Мартынов О. С. Болотные ландшафты — индикаторы прогнозируемых тектонических структур Среднего Приобья. — В кн.: Дистанционные методы при нефтегазопосковых работах. М.: изд. ИГиРГИ, 1981б, с. 105—115.
- Нейштадт М. И. Мировой природный феномен — заболоченность Западно-Сибирской равнины. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1971, № 1, с. 21—34.
- Никонов А. А. Современные техногенные движения земной коры. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, № 12, с. 135—150.
- Резник А. Д., Ставицкий Б. П. Некоторые принципиальные вопросы изучения аптеноманских отложений как источника вод для поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений. — Нефть и газ Тюмени, 1969, № 3, с. 3—8.
- Успенский М. С. Об изучении влияния техногенных процессов на деформации земной поверхности и стабильных геодезических пунктов. — Геодезия и картография, 1975, № 4, с. 58—66.

В. А. БЕЛЯЕВА, Н. П. ЗАПИВАЛОВ

## СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Проблема поисков нефти сама по себе чрезвычайно сложная, а в породах палеозоя, погруженных на глубину 3—4 км и более, она становится гораздо сложнее. Особая трудность заключается в том, чтобы в толще палеозойских пород под покровом мезозойско-кайнозойского осадочного чехла выявить возможные условия нахождения нефти и газа. Для успешного решения этой задачи необходимо в первую очередь изучить геологическое строение доюрского комплекса пород, которое в пределах Западно-Сибирской плиты, к сожалению, все еще остается загадкой. Одними геофизическими методами и редкой сетью скважин этой задачи не решить. В последние годы в производственном геологическом объединении «Новосибирскгеология» наряду с геофизическими исследованиями ведется работы по дешифрированию космических снимков различного уровня генерализации, которые, на наш взгляд, окажут существенную помощь в решении проблемы.

В верхней, наиболее доступной для изучения части пород палеозоя отразилась вся история геологического развития региона, что дает возможность изучить в целом строение земной коры для данной территории. Многие исследователи, изучающие геологическое строение доюрских пород Западно-Сибирской плиты [Геологическое строение..., 1971; Контрович и др., 1980; Сурков, Жеро, 1981], наиболее развитыми в палеозое признают складчатые системы герцинского возраста, простирающиеся в субмеридиональном направлении через всю центральную часть плиты от Иртыш-Зайсанской зоны, Рудного и Горного Алтая до акватории Ледовитого океана.

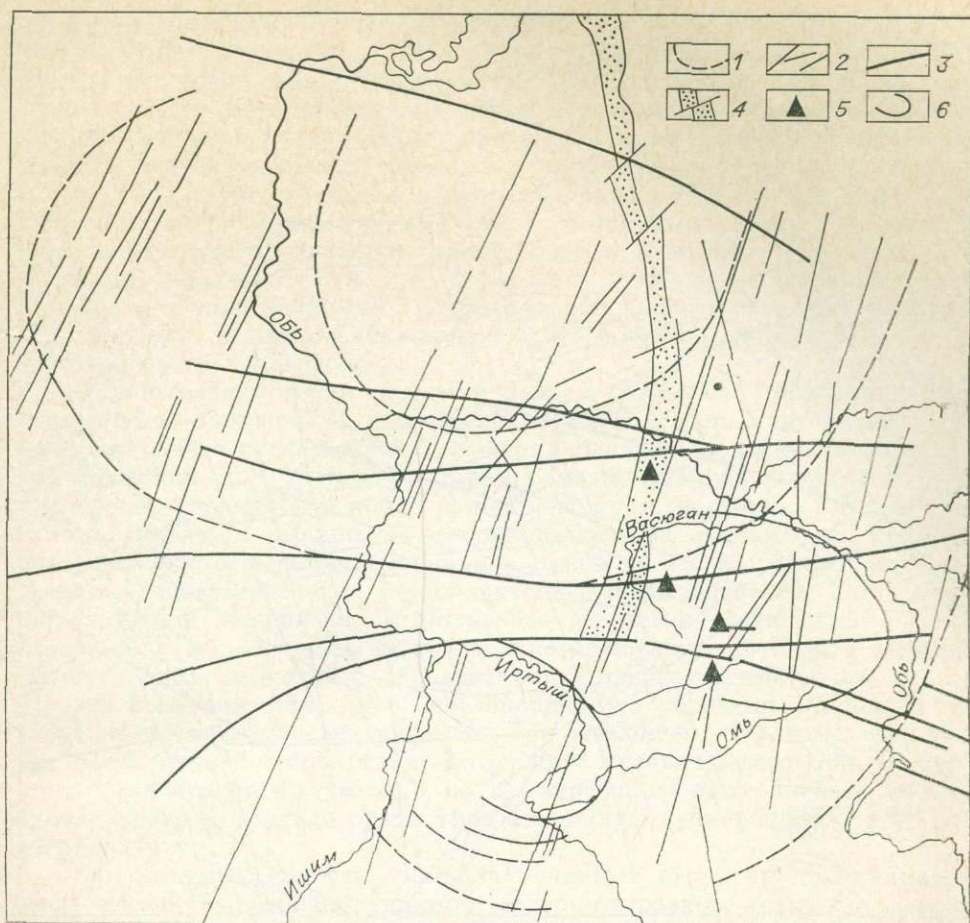


Рис. 1. Схема расположения наиболее крупных разломов и кольцевых образований в южной части Западной Сибири по результатам дешифрирования космических снимков.

1 — древние кольцевые разломы, связанные с заложением Западно-Сибирской плиты как структуры в целом; 2 — зоны тектонических нарушений, связанные с раннепалеозойским рифтогенезом; 3 — субширотные разломы, связанные с оживлением наиболее древних структур; 4 — грабен-рифты, выполненные триасовыми породами, выделенные по геофизическим данным; 5 — скважины, вскрывшие нефть в породах доюрского комплекса; 6 — кольцевые образования, соответствующие обобщенным контурам верхнепалеозойских осадочных бассейнов.

Изучение космоснимков показывает, что на территории Западно-Сибирской плиты действительно находится большое количество линейментов субмеридионального направления, но они слишком прямолинейные и пересекают настолько разнородные по ландшафтной характеристике площади, что вряд ли могут отражать направление складчатости.

В то же время на космоснимках видны направления складчатости Урала и Зауральского прогиба, Салаира, Кузнецкого Алатау и Енисейско-Туруханской зоны. Все эти структуры выглядят вытянутыми, полосчатыми, слабо изогнутыми. Погруженная же часть Западно-Сибирской плиты, так же как и древние платформы Восточно-Европейская и Сибирская, представляет собой изометричную структуру с субширотной зональностью. Как мы уже отмечали [Запивалов, Беляева, 1980], на мелкомасштабных космических снимках выделены три крупных дугообразных разлома, разделяющих Западно-Сибирскую плиту на три сегмента субширотного направления (рис. 1). Тогда мы писали, что эти разломы, по-видимому, связаны с заложением Западно-Сибирской плиты как структуры в целом. К широтным направлениям этих дугообразных разломов приурочены наиболее крупные прямолинейные разломы субширотного направления. Очевидно, погружение плиты чешуями по дугообразным разломам не случайно, а предопределено строением земной коры. Скорее всего оно прои-

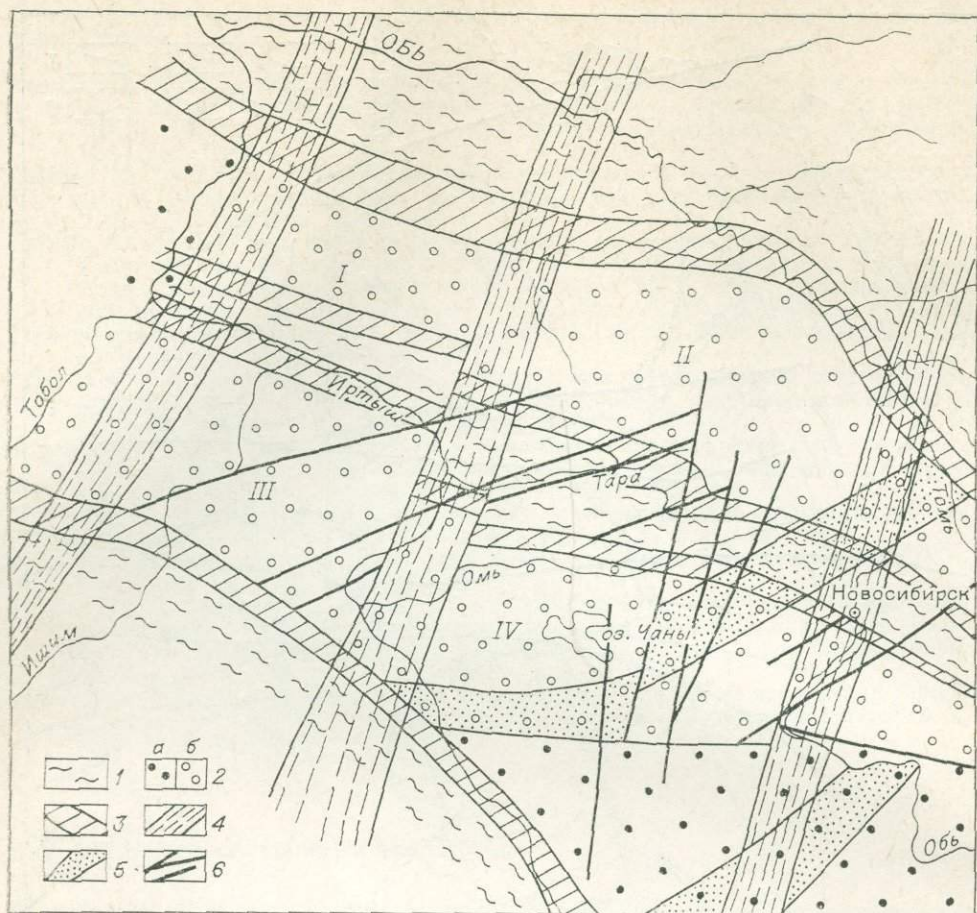


Рис. 2. Схема строения земной коры южной части Западной Сибири по результатам денифрирования космических снимков.

1 — складчатые системы (байкалиды, салаириды, каледониды); 2 — древняя платформа (а — плиты, б — плиты); 3 — шовные структуры; 4 — раннепалеозойские рифты-авлакогены; 5 — среднепалеозойские рифты-авлакогены; 6 — разрывные нарушения. I—IV — блоки, выявленные по космическим снимкам.

зошло по ослабленным зонам сочленения геоблоков различного возраста стабилизации.

Наиболее погруженной оказалась северная часть плиты (до широтного течения р. Оби), менее погруженной — средняя (междуречье широтного течения Оби и Иртыша) и еще менее — южная, где разлом прошел вдоль р. Оби в районе так называемой Кольвань-Томской складчатой зоны, через р. Иртыш в районе г. Павлодара, через г. Петропавловск. На западе, в районе Тургайского прогиба, мы его пока не можем проследить. Вдоль субширотной части этого разлома прослеживаются складчатые структуры, которые являются продолжением структур Горного и Рудного Алтая и служат естественным обрамлением Западно-Сибирской плиты с юга. Здесь, в южной части плиты, мы можем выделить еще по крайней мере два пояса древних складчатых структур (рис. 2). Один из них является северо-западным продолжением структур Салаирского антиклинария и протягивается через верховья р. Каргат, среднее течение р. Тары и далее в междуречье Иртыша и Ишима до г. Тобольска. Другой, более северный, складчатый пояс представляет собой продолжение структур Кузнецкого Алатау и прослеживается вдоль р. Оби на протяжении всего ее субширотного течения. В западной части плиты эти структуры, по-видимому, переработаны герцинидами.

Описанные складчатые зоны субширотного направления разделяют крупные блоки земной коры более ранней стабилизации. Заложение Ура-

ло-Монгольского геосинклинального пояса, в состав которого входят вышеупомянутые структуры и выделенные на их продолжении зоны, связывается [Борукаев, 1980; Милановский, 1981] с отмеченной в раннем и среднем рифее (поздний протерозой) на всех континентах резкой активизацией процессов раздробления, приведшей к разрушению относительно жесткой структуры земной коры, возникшей в конце раннего протерозоя. В результате этого процесса в пределах Западно-Сибирской плиты, по-видимому, сохранились крупные блоки земной коры, которые в дальнейшем развивались по платформенному режиму. В позднем докембрии (байкальская складчатость) и в конце раннего кембрия (салаирская складчатость) геосинклинальный процесс завершился почти на всех участках, обрамляющих Западно-Сибирскую плиту, а также, по-видимому, и на большей части самой плиты.

Дальнейшая история развития интересующей нас территории была чрезвычайно сложной. В палеозое в пределах Урало-Монгольского геосинклинального пояса возник целый ряд зон рифтоподобных деформаций [Милановский, 1981]. На территории Западно-Сибирской плиты впервые рифтогенез проявился в конце раннего кембрия, вероятно, в связи с началом заложения герцинской геосинклинальной системы на Урале и, как нами уже отмечалось [Завивалов, Беляева, 1980], неоднократно повторялся в более поздние этапы тектонической активности. Здесь могут встречаться и авлакогены, выполненные мощными верхнепалеозойскими осадками. В ряде случаев внутри авлакогенов могла произойти инверсия тектонических движений с образованием в платформенном чехле валообразных поднятий или даже зон складчатого строения [Милановский, 1981]. Некоторые участки рифтовых зон возобновлялись в мезозое, другие были заполнены продуктами интенсивно проявившегося в триасе траппового магматизма. Безусловно, все это отразилось на геологическом строении региона и придало структурам вторичную субмеридиональную ориентировку.

Однако выраженность субмеридиональных структур на снимках не везде одинакова, что, по-видимому, связано с разным временем завершения их развития и последующими изменениями в неотектонический этап тектогенеза. Так, очень трудно было распознать прогиб в районе г. Новосибирска из-за приуроченности к нему долины р. Оби. Лучше проявляется на снимках Колтогорско-Уренгойский грабен-рифт. Очевидно, он существовал несколько дольше, хоть и развивался неравномерно вдоль простираения. Например, на всех геофизических картах его южное окончание едва достигает р. Тары — притока р. Иртыша.

На космических снимках он прослеживается значительно южнее г. Омска. Не противоречат этому и данные сейсмических зондирований преломленных волн. Так, по р. Иртышу, южнее г. Омска, амплитуда прогиба составляет 2000 м, тогда как в остальных зонах южной части плиты не превышает 500 м. Выполнена эта часть грабен-рифта скорее всего вулканогенно-осадочными породами палеозоя, в конце которого его развитие здесь практически завершилось. В более северных районах он сложен мощными эффузивами триасового возраста, а амплитуда прогибов в его пределах достигает 10 000 м. Дольше всех, по-видимому, существовал авлакоген, на месте которого в мезозое образовался Тургайский прогиб.

Горловский прогиб нам также представляется рифтом, который в течение позднего палеозоя развивался как авлакоген, а к концу палеозоя в основном уже завершил свое развитие. Заложение его, по-видимому, связано с широко проявившимся преддевонским рифтогенезом по разломам северо-восточного направления. Разломы северо-восточного направления хорошо выражены как в современном рельефе, так и в рельефе доюрского комплекса пород. Нам представляется, что в пределах Кольвань-Томской складчатой зоны и в более погруженных частях Западно-Сибирской плиты могут быть такие же, как Горловский прогиб, и даже более широкие авлакогены, выполненные верхнепалеозойскими осадками, перспективны-

ми в отношении нефтегазоносности. Особенно перспективной нам представляется зона, протягивающаяся вдоль рек Каргат, Чулым (в Новосибирской области) и через нижнее течение р. Томь. Что же касается самой Кольвань-Томской складчатой зоны, то, по-видимому, это именно тот случай, когда произошла инверсия тектонических движений, и над древним прогибом в платформенном чехле образовалась слегка приподнятая зона складчатого строения, осложненная в дальнейшем структурами глыбово-блокового строения.

Итак, в южной части Западно-Сибирской плиты по результатам дешифрирования космических снимков нами выделено два крупных блока земной коры, начало стабилизации которых относится скорее всего к концу раннего протерозоя (см. рис. 2). В субширотном направлении блоки разобщены складчатыми структурами салаирид с байкалидами в ядрах антиклинальных складок. На первом этапе развития блоки скорее всего были приподнятыми по сравнению с разделяющим их геосинклинальным прогибом и развивались по режиму щитов. Но в дальнейшем, когда геосинклинальная структура достигла стадии орогенеза, эти крупные блоки земной коры отсоединились и в течение всего палеозоя, по-видимому, испытывали погружение. На границе этих разновозрастных структур образовались новые структуры субширотного направления, в пределах которых могли сформироваться узкие глубокие прогибы, выполненные осадочным материалом.

В дальнейшем (ранний палеозой) древние платформы и разделяющие их складчатые системы и шовные структуры были разбиты серией рифтоподобных прогибов субмеридионального направления, после чего каждый из вновь образовавшихся более мелких блоков развивался своим путем.

Наиболее ярко выражены на космических снимках блоки II и III (см. рис. 2). Они были выделены нами еще на стадии исследования мелкомасштабных космоснимков (см. рис. 1) и в дальнейшем названы крупными кольцевыми структурами, отражающими обобщенные контуры верхнепалеозойских осадочных бассейнов. Блоки I и IV выделены уже на стадии дешифрирования космоснимков локальной генерализации.

В неотектонический этап тектогенеза блоки I и II развивались в одинаковых условиях; начиная с палеогена они испытывали восходящие движения. Однако на основании ярко выраженного угловатого рисунка современной гидрографической сети в пределах блока I можно предположить, что в течение палеозоя он испытывал более слабое погружение, чем блок II, ибо в пределах последнего рисунок гидросети приобрел более округлые изометричные формы, свидетельствующие о большей мощности перекрывающих слабо складчатых пород. Южные блоки III и IV (см. рис. 2) испытывали погружение в течение всего неотектонического этапа тектогенеза. Лишь с конца палеогена здесь начались слабые восходящие движения. Но южные блоки земной коры на протяжении всего верхнего палеозоя находились в непосредственной близости от структур южного и юго-восточного обрамления Западно-Сибирской плиты, которые в это время развивались по режиму щитов и являлись областями сноса. Поэтому в пределах южных блоков в течение палеозоя накапливался в основном грубообломочный материал. В северных же блоках, отделенных приподнятой складчатой зоной, в процессе погружения накапливались осадки открытого моря.

В период проявления мощного триасового магматизма, центром излияния которого на данной территории стал узел пересечения Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта и складчатой зоны (в устье р. Тары), более пониженная часть поверхности была заполнена мощной лавой продуктов извержения, частично они заполнили и южную часть Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта. В зонах, ограничивающих рифты, в дальнейшем, по-видимому, также образовались структуры откола, смятия и т. д., где могут быть условия, благоприятные для скопления нефти и газа в породах палеозоя. Дальнейшие работы должны быть направлены на уточнение контуров этих структур, их внутреннего строения. В связи с этим откры-

вается большой фронт работ не только по детальному дешифрированию аэрофото- и космоснимков, но и по применению различных методов детальных геофизических работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Борукаев Ч. Б. Периодизация тектонической истории Земли.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. VIII. Новосибирск: Наука, 1980, с. 9—15.
- Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты (по геологическим и геофизическим данным). Л.: Недра, 1971. 208 с.
- 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, с. 76—79.
- Конторович А. Э., Нестеров И. И., Салманов Ф. К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 680 с.
- Милановский Е. Е. Основные этапы развития процессов рифтогенеза и их место в геологической истории Земли.— В кн.: Проблемы тектоники земной коры. М.: Наука, 1981, с. 38—59.
- Подсорова Л. Л., Песковский И. Д., Куликов Д. П. Роль докембрийских комплексов в строении Западно-Сибирской плиты.— В кн.: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тезисы 11-й годичной конференции. Тюмень, 1980, с. 78—80.
- Сурков В. С., Жеро О. Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1981. 143 с.

А. С. ЛАПУХОВ, А. И. ПРОКОПЕНКО,  
А. М. БОРОВИКОВ, В. П. ПЯТКИН

### НОВЫЕ ЛИНЕАМЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ ЛЕНИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Опыт применения аэрокосмических методик в металлогенических исследованиях показывает, что именно космоснимки нередко обеспечивают такую общую структурную основу, которая необходима для выработки единого взгляда и подхода при изучении структурного контроля оруденения сначала в мелком и среднем масштабе, а затем и в крупном. В таких случаях космоснимки — это не столько средство поиска и открытия новых структур, сколько средство структурного синтеза, средство формирования единого структурного образа данной площади, способ воочию увидеть региональные структуры в целом, уловить общий тектонический стиль и вариации структурных парагенезов.

Лениногорский рудный район расположен на северо-восточной окраине герцинид Рудного Алтая и охватывает центральную часть Рудно-Алтайской и северо-западную часть Белоубинско-Южноалтайской структурно-формационных и металлогенических зон. В первой из них выделяется Синюшинский антиклинорий, во второй — Белоубинский синклинорий (рис. 1).

Границами зон являются древние глубинные разломы северо-западного (продольного) простирания. Они картируются в форме зон смятия, взбросов и сбросов, поясов порфировых интрузий и основных даек, зон гидротермального метаморфизма и рудной минерализации. Зоны глубинных разломов имеют линейно-параллельное или ветвистое внутреннее строение, ширина их колеблется от 2 до 10 км. Все рудные поля Лениногорского района (Тишинское, Шубинское, Старковское, Гусляковское, Стрежанское, Юбилейно-Снегирихинское), за исключением Лениногорского, находятся в пределах ветвей разломов продольной системы, локализуясь в интенсивно дислоцированных осадочно-вулканогенных толщах среднего девона. Лениногорское поле приурочено к субширотной грабен-синклинали в средней части Синюшинского антиклинория. Эта грабен-синклиналь располагается в северном крыле субширотной зоны двух сближенных

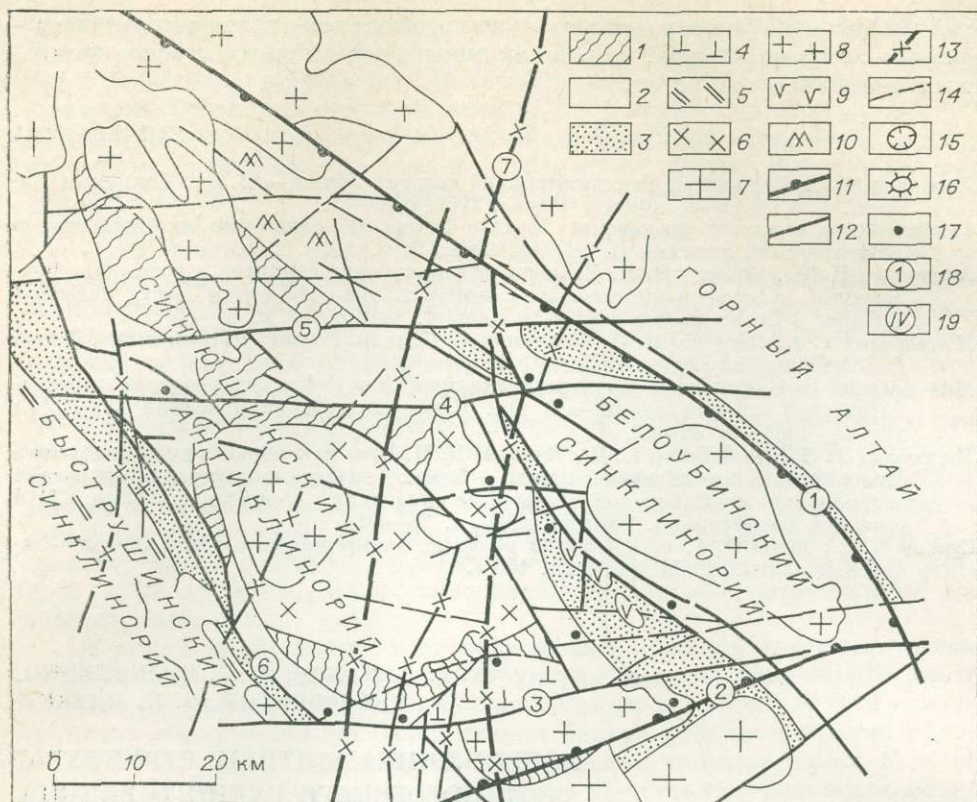


Рис 1. Структурно-тектоническая схема Лениногорского рудного района.

1 — нижнепалеозойские метаморфические сланцы; 2 — среднедевонские осадочно-вулканогенные и средне-, верхнедевонские субвулканические образования; 3 — средне-, верхнедевонские флишеидные отложения; 4 — пологозалегающие среднедевонские осадочно-вулканогенные образования Лениногорской грабен-синклинали; 5 — нижнекаменноугольные известково-глинистые отложения; 6—8 — гранитоиды бельбесского, змеиногорского и калбинского комплексов; 9 — постдевонские интрузивные диабазы и габбро-диабазы; 10 — микрокварциты; 11 — глубинные разломы первого порядка, являющиеся по данным дешифрирования космоснимков границами глыбово-блоковых структур; 12 — глубинные разломы второго порядка, фиксируемые зонами градиентов поля силы тяжести ( $\Delta g$ ), резкой сменой характера магнитного поля  $\Delta T_a$  и поясами габброидных интрузий; 13 — субмеридиональные глубинные разломы второго порядка, выделенные по космическим снимкам; 14, 15 — разломы третьего (14) и четвертого (15) порядков; 16 — кольцевые структуры; 17 — месторождения; 18 — номера разломов (1 — Южно-Тигерацкий, 2 — Ивановский, 3 — Обручевский, 4 — Снегирихинско-Гусляковский, 5 — Пахотинско-Теремковский, 6 — Кедровско-Бутайчихинский); 19 — номера глыбово-блоковых структур.

глубинных разломов — Ивановского и Обручевского. Они принадлежат к субширотной системе разломов Рудного Алтая, которые традиционно рассматриваются как поперечные.

Новая информация получена различными исследователями в процессе обработки аэрокосмических изображений, захватывающих Рудный Алтай или отдельные его участки. Значительная работа по структурному дешифрированию космоснимков всей западной части Алтае-Саянской области и смежных районов была проделана в ПГО Запсибгеология. В итоге этой работы созданы основы металлогенических исследований в виде серии региональных космоструктурных карт, которые демонстрировались на III сессии Координационного совета по аэрокосмическим исследованиям СО АН СССР (декабрь, 1982). Работа сопровождалась широким обзором и анализом существующих тектонических и космоструктурных схем региона. Результаты дешифрирования [Грицюк, 1979] в целом подтверждаются нашими данными более детального дешифрирования по Рудному Алтаю.

Как и в соседних районах Алтае-Саянской области, здесь выделены следующие системы разломов [Грицюк, 1979]: продольная (северо-западного простирания), субширотная и поперечная (северо-восточного прости-

рания). Согласно Я. М. Грицюку, наибольшим металлогеническим значением обладают зоны субширотных, а также и поперечных северо-восточных разломов. Отмечаются различия поперечных разломов разного ранга по их металлогенической роли [Грицюк, 1979, с. 70]. Аналогичные выводы делались и ранее по Рудному Алтаю при проведении космоструктурных, металлогенических и геофизических работ [Диденко, Кочнева, 1975; Кочнева, Томсон, 1976; Караулов, 1976].

По мнению В. Д. Баранова и М. И. Диденко [1982], выделенные ими на основании дешифрирования космических изображений среднего разрешения крупные кольцевые или дуговые структуры, проявляющиеся в размещении магматических формаций, а также при палеотектоническом анализе фаций и мощностей отложений начала герцинского цикла, возможно, имеют важное металлогеническое значение. Следует отметить, что ни в работах ПГО «Запсибгеология», ни в других публикациях нам не удалось обнаружить сведений о существовании на территории Рудного Алтая закономерной системы субмеридиональных разломов регионального ранга. Отдельные региональные разломы такой ориентировки выделяются за пределами исследуемого нами района — на восточных и западных окраинах Алтае-Саянской области [Грицюк, 1979]. Лишь в последнем варианте «Космоструктурной карты западной части Алтае-Саянской области» Я. М. Грицюк показывает к северу от Лениногорского района несколько субмеридиональных разломов локального ранга, не выходящих за пределы отдельных региональных блоков и не образующих выдержанной системы. Таким образом, можно считать, что только благодаря применению стандартизованной методики серийного дешифрирования КС нам удалось впервые выявить на Рудном Алтае ранее не известную систему меридиональных линеаментов регионального ранга и установить ее важное металлогеническое значение.

Еще до появления первых спутников Земли Г. Л. Поспелов [1957] выделил характерный тип региональных структур, названный им «геотектонической решеткой». В Алтае-Саянской складчатой области Г. Л. Поспеловым установлено около двух десятков сквозных тектонических зон, секущих различные по составу и строению геотектонические районы. Эти зоны объединены в две ортогональные системы субмеридионально-субширотного и северо-западного — северо-восточного направлений и прослеживаются на протяжении сотен и тысяч километров. Они проявляются по линейным координациям впадин, выступов, крупных флексурных изгибов и ступеней, расположенных на разных геотектонических этажах, а также по линейной ориентировке ассоциаций интрузивных тел; по группировке резко выраженных разломов, объединяющихся в более крупные кулисные и поперечно-лестничные системы; по расположению осей гравитационных, частью магнитных аномалий и т. д.

Методика комплексного дешифрирования космо- и аэрофотоснимков с дальнейшей геолого-геофизической интерпретацией результатов состояла из следующих этапов.

1. Подбор по космофототеке Сибири полных серий КС: а) разноаспектных (разносезонных), б) многозональных, в) разномасштабных; подбор крупномасштабных КФС и АФС разных масштабов. Анализ геологической фотогеничности разных участков района по разным аэро-, космофотоматериалам. Всего по району использовалось более 60 различных оригинальных снимков, не считая АФС. В целом подбор серий снимков обеспечивает максимальную полноту и представительность исходной информации.

2. Фотопроекционные и фототехнические преобразования снимков: а) тиражирование КС малого и среднего разрешений, при разных увеличениях дающих разную генерализацию и разный уровень технических помех; б) специальные преобразования наиболее информативных снимков — наложение негативов одной зоны спектра и разных комбинаций разных зон, сложение негативов и позитивов со сдвиганием и без него и т. п. Такие преобразования увеличивают полноту извлечения визуаль-

ной информации, выделяя малозаметные и прерывистые элементы при разных условиях генерализации.

3. Специализированные преобразования снимков с помощью электронной цифровой и аналоговой техники: а) преобразования снимков на ЭВМ БЭСМ-6, дающие предварительное контрастирование, оконтуривание однородных площадок, фильтрацию снимков при различных условиях и различных комбинациях позитивных и негативных компонентов, деформации диапазона оптической плотности, вариации величин малых сдвигов. Все это выявляет новые структурные элементы, особенно на летних малококонтрастных снимках Алтая; б) преобразования снимков на установке ИСИ-130 — выделение площадей разной оптической плотности с трансформацией картины изоплотностей в различные цветные варианты с попутной генерализацией изображений. Эти приемы способствуют выявлению внутреннего строения широких сложных разломных зон, позволяют сопоставлять крупные линейные элементы, разделять их по рангам, уточнять границы блоков крупного и среднего рангов, выявлять визуально малозаметные элементы.

4. Непосредственное визуальное дешифрирование как оригинальных, так и обработанных, преобразованных снимков. В принятом нами варианте оно нацелено на поиск и выделение всех разнотипных аномальных элементов, которые могут обнаруживаться в ландшафтных рисунках. Аналогично геофизическим аномалиям, аномальные элементы ландшафта выделяются как объективно существующие, причем независимо от того, понятны ли дешифровщику их конкретные формы выражения в ландшафте и их геологические причины. Как и в геофизике, механизм проявления аномалии и ее геологическая природа — это отдельная задача, решаемая на стадии геологической интерпретации. Первая же задача дешифрирования — выявить, обосновать реальность существования, очертить и привязать аномальные элементы ландшафта. В заключение на полученных схемах дешифрирования отбраковываются элементы явно негеологического происхождения (т. е. антропогенные, атмосферные и чисто экзогенные, технических помех и пр.).

При первичном дешифрировании проводился пошаговый контроль воспроизводимости и погрешностей промежуточных и конечных результатов по методу оценки геометрической сходимости стандартным и количественным способом. По наиболее информативным КС осуществлялось многократное параллельное дешифрирование разными авторами. Все это позволило снизить уровни субъективных и технических погрешностей дешифрирования, увеличить полноту и достоверность результатов. В целом достоверность (воспроизводимость) первичного дешифрирования достигала 75—90%, что по нашим исследованиям отвечает условиям геологических и геофизических карт [Боровиков, 1979; Боровиков и др., 1979].

5. Составление вариантов сводных схем дешифрирования для четырех разных уровней детальности — от мелко- и среднемасштабных до крупномасштабных схем отдельных ключевых участков. При этом выявлялись как соответствия, так и специфические различия между разноранговыми структурными рисунками разных уровней.

Методика геолого-геофизической интерпретации схем дешифрирования включала следующий комплекс процедур.

1. Подбор для каждого из четырех уровней детальности однородных и сопоставимых геологических и геофизических материалов по району в целом и отдельным ключевым участкам: а) региональных мелкомасштабных, б) геолого-съёмочных и поисковых среднемасштабных, в) поисково-разведочных крупномасштабных материалов по рудным полям и месторождениям, г) результатов тематических исследований (геохимических, фациальных и пр.).

2. Сопоставление схем дешифрирования разных уровней с комплексом геологических, геохимических и геофизических карт, контроль их геометрического сходства. При этом 65—80% дешифрированных структур

аналогичны известным в районе тектоническим элементам, выделяемым по геологическим и геофизическим данным. Уровень случайной сходимости составлял не более 5—15%, таким образом, все дешифрованные линейные элементы на 55—75% заведомо являются достоверными разрывами различной геологической природы и разного ранга.

3. Визуальный анализ распределения по площади проявлений рудной минерализации относительно дешифрованных разрывных структур разного уровня и особенно узлов их пересечений. Проводились статистические оценки соотношений между плотностью распределения на площади структурных зон и узлов разного типа и частотой совпадения с ними рудных полей, месторождений и рудопроявлений. Типизация структурных узлов с учетом качественных и количественных оценок частоты оруденения была нацелена на прогноз новых участков, перспективных для поисков руд.

4. Для окончательной проверки результатов дешифрования и интерпретации проводились специальные полевые заверочные работы в ключевых участках с параллельным полевым дешифрованием АФС: а) маршрутные пересечения наиболее интересных зон, выявленных дешифрованием, б) детальные геолого-структурные наблюдения и картирование естественных и искусственных обнажений на большинстве рудных полей и вне их, в) наблюдения в подземных горных выработках.

Комплексное дешифрование в Лениногорском рудном районе показало, что наряду с подтверждением и детализацией известных структур-

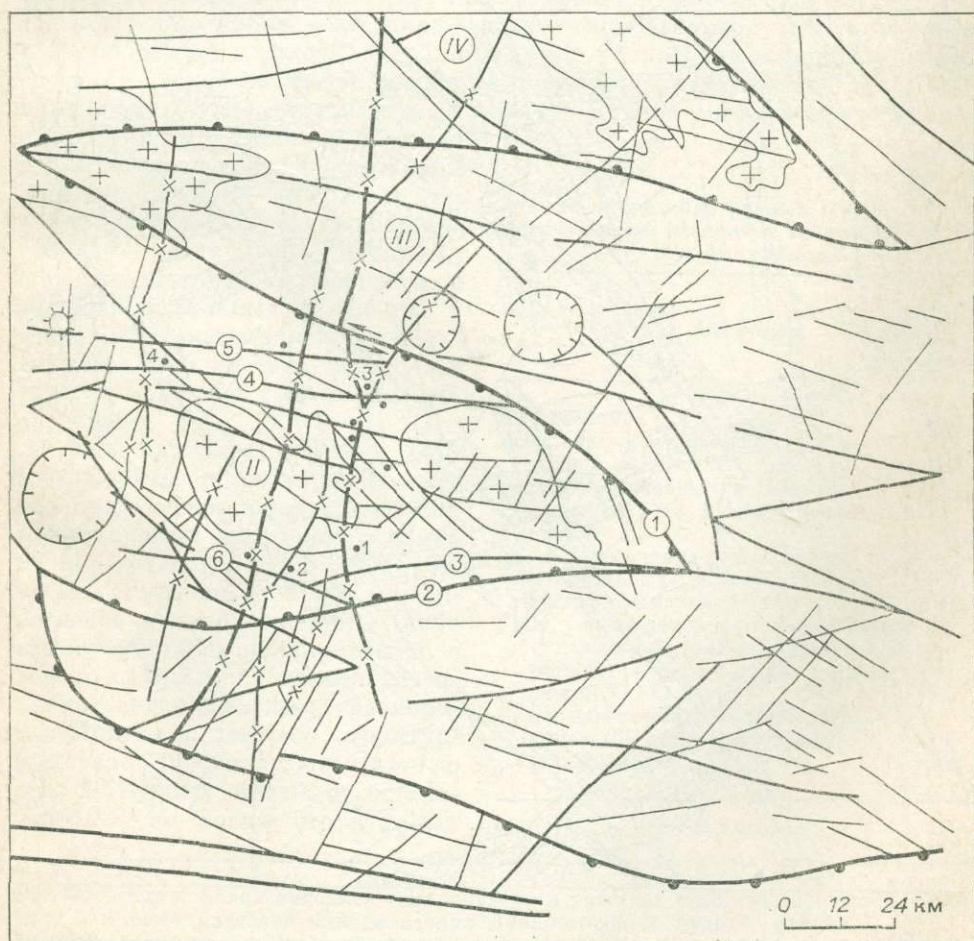
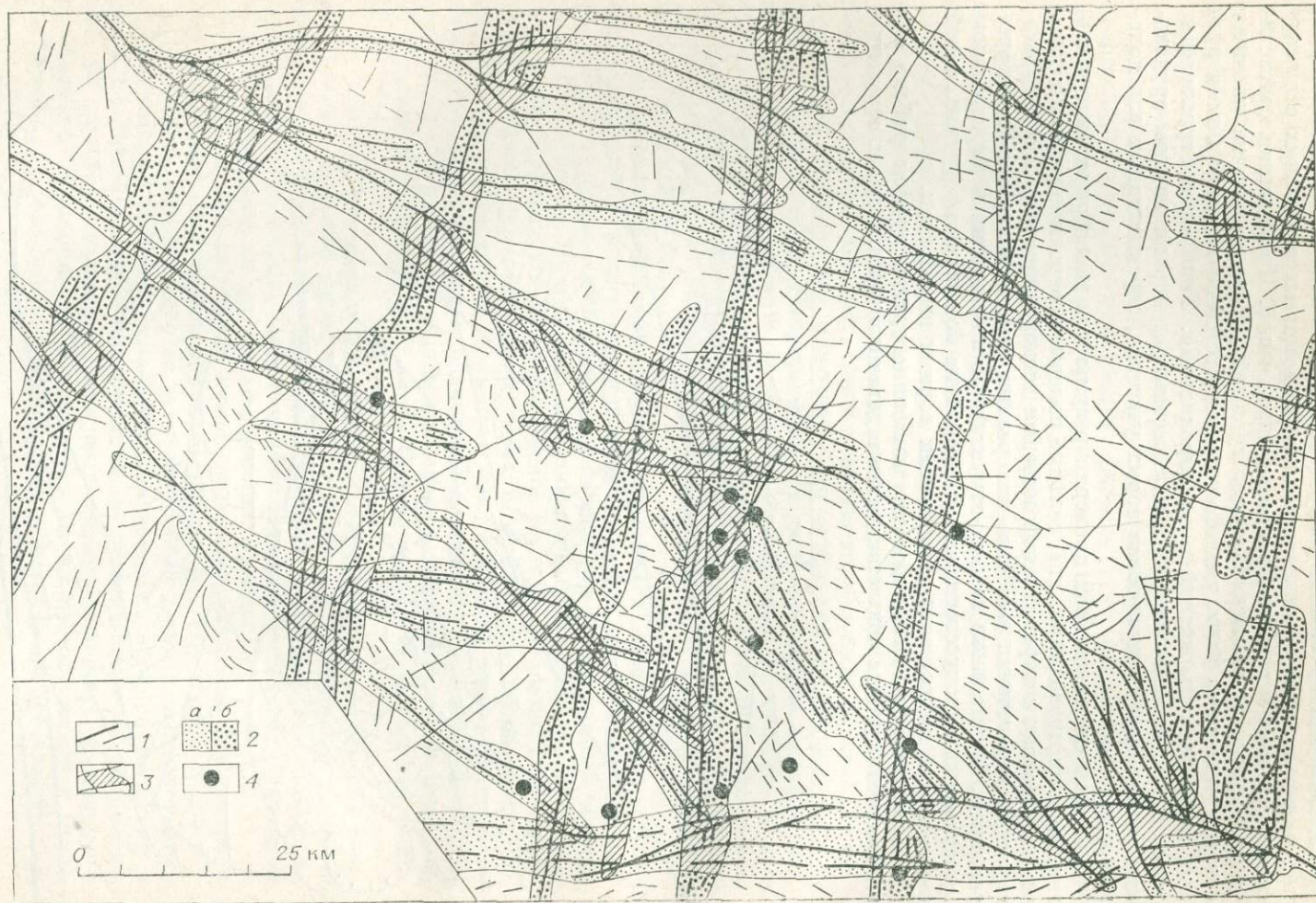


Рис. 2. Схема дешифрования космических снимков Лениногорского рудного района и прилегающих территорий. Усл. обозн. см. на рис. 1.



ных элементов выявляется ряд новых крупных разрывных структур, которые до сих пор не картировались вообще, либо картировались в виде отдельных несвязанных фрагментов. Практически все известные в районе глубинные и региональные разломы продольной и поперечной систем вместе с оперяющими структурами подтвердились дешифрированием. Все эти разломы местами детализировались по внутреннему строению, выявились локальные разломы и зоны смятых внутри региональных блоков. Все это показывает эффективность и достоверность комплексного дешифрирования в Рудном Алтае.

На сводной мелкомасштабной схеме дешифрирования в районе намечается четыре крупных клинообразных сопряженных блока, разделенных северо-западными и субширотными разломами 1-го порядка (рис. 2). Большинство дешифрируемых структурных элементов описано в работах В. П. Нехорошева [1958, 1966], Г. Ф. Яковлева [1957] и др. Вместе с тем авторами выделяются новые сквозные разломы субмеридионального простирания, четко дешифрирующиеся на средне- и крупномасштабных КС. Азимут их простирания  $350-15^\circ$ . Самый крупный, названный нами Риддер-Чекмарским, проходит через Лениногорское и Гусляковское рудные поля и протягивается далее на север в сторону Салаира. Это трансрегиональный разлом — длина его превышает 500 км, ширина порядка 1—6 км; он пересекает несколько структурно-формационных зон под прямым углом. К западу от него, на Тишинской и Юбилейно-Снегирихинской площадях, дешифрируется еще серия параллельных ему нарушений длиной 50—150 км, расположенных через интервалы 6—20 км. К востоку от него, в 25 км параллельно ему, прослеживается на 100 км с перерывами еще одно нарушение, проходящее через Выше-Ивановскую, Старковскую и Романовскую площади. Опубликованные разрозненные данные и наши систематические наблюдения при проверке показывают, что Риддер-Чекмарский и другие линеаменты субмеридиональной системы представляют собой скрытые глубинные разломы, проявленные на современном эрозионном срезе прерывистыми зонами малоамплитудных сбросо-сдвигов, различных локальных дислокаций разного возраста и зонами фациальных изменений в осадочно-вулканогенных толщах. Разломы этой системы контролируют различные эндогенные образования.

Все наиболее крупные рудные объекты Лениногорского района приурочены именно к субмеридиональным разломам в узлах их пересечения либо с субширотными (Риддер-Сокольное и Тишинское месторождения), либо одновременно с субширотными и северо-западными (Чекмарь, Юбилейно-Снегирихинское) разломами. Притом в центрах структурных узлов располагаются только 2 из 12 рудных полей, а остальные 10 — по краям структурных

Таблица 1

Распределение рудных полей по структурным элементам Лениногорского рудного района

Структурное положение	% рудных полей
Вне разломов	10
Локальная зона смятия северо-западной системы	5
Узлы пересечения региональных разломов СЗ и субширотной систем	7
Узлы пересечения региональных и глубинных разломов СЗ и субмеридиональной систем	15
Узлы пересечения региональных и глубинных разломов субширотной и субмеридиональной систем	21
Узлы пересечения всех трех систем — СЗ, субширотной и субмеридиональной	42
Итого . . .	100

Рис. 3. Схема каркаса линеаментных структур и участков развития колчеданно-полиметаллической минерализации Лениногорского рудного района.

1 — дешифрированные элементы разрывных структур регионального и локального рангов; 2 — региональные зоны разломов, смятия и их условные границы (а — зоны субширотной и северо-западной систем, б — зоны субмеридиональной системы); 3 — узлы сочленения зон региональных разломов; 4 — положение рудных полей и рудопроявлений эндогенной минерализации.

Сопоставление реальных и расчетных частот распределения рудных полей Лениногорского района

Структурное положение рудных полей	Количество рудных полей, относительно общего числа, %	Расчетная частота случайного попадания рудного поля, %	Отношение реальной частоты к случайной («коэффициент сгущения»)
Вне зон разломов	10	(около 50)	≈0,20
Локальные зоны смятия (СЗ)	5	(около 20)	≈0,25
СЗ разломы региональные и глубинные	64	15	≈4
Субширотные региональные и глубинные	70	8	≈9
Субмеридиональные разломы, открытые дешифрированием	78	9,5	≈8
Узлы пересечений разломов	85	8	≈11
в том числе:			
двойных пересечений	43	5,3	≈8
тройных пересечений	42	2,7	≈16

узлов, частично их перекрывая, со смещением от центров узлов на несколько километров (рис. 3).

Предварительная статистическая обработка подтверждает эти качественные выводы. Из табл. 1, 2 видно, что 90% рудных полей приурочено к зонам крупных разломов, при этом 85% — к узлам их пересечений. Больше всего рудных полей тяготеет к меридиональным разломам (78%), меньше всего — к северо-западным (64%). Относительно наибольшим «сгущением» рудной минерализации обладают узлы одновременного пересечения разломов всех трех систем.

Таким образом, в результате комплексного дешифрирования разномасштабных серий КС и АФС в северо-восточной части Рудного Алтая авторами установлена система сквозных меридиональных линеаментов. Геологическая природа этих линеаментов как скрытых глубинных разломов, их роль в общей структуре и важное металлогеническое значение достоверно обоснованы комплексной интерпретацией схем дешифрирования, а также непосредственной наземной проверкой на рудных полях и вне их. Система сквозных глубинных разломов субмеридионального простирания с сопровождающими их разрывами — это новый важный элемент в тектонике и металлогении Лениногорского рудного района. Судя по всему, эта система должна широко распространяться и в соседних районах герцинид и каледонид Алтае-Саянской области, но там характер ее проявления пока неизвестен. Ранее в исследуемом районе детальным картированием отдельных рудных полей были установлены лишь разрозненные разноранговые структурные элементы субмеридионального простирания. Детального изучения заслуживает ряд новых участков, имеющих структурную позицию, аналогичную месторождению Чекмарь.

Металлогеническое значение субмеридиональных разрывов наряду с продольными и поперечными необходимо использовать в прогнозе полиметаллического оруденения в Рудном Алтае вообще, и в Лениногорском районе в частности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баранов В. Д., Диденко М. И. Кольцевые структуры Алтая и их возможное металлогеническое значение. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1982, № 4, с. 101—107.
- Боровиков А. М. Дешифрирование аэрокосмических снимков Земли: аналитический и системный подходы к разработке алгоритмических методик. — В кн.: Системные исследования в геологии. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1979, с. 81—88.
- Боровиков А. М., Ковалевский В. Е., Мандельбаум С. М., Холли Б. Н. Геологическая интерпретация результатов дешифрирования телевизионных и сканерных космоснимков Непского нефтегазоносного свода на юге Сибирской платформы. —

- В кн.: Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1979, с. 73—93.
- Грицюк Я. М.** Сводово-блоковая морфотектоника западной части Алтае-Саянской горной области по данным геологического дешифрирования космических снимков.— В кн.: Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1979, с. 57—72.
- Диденко М. П., Кочнева Н. Т.** Использование результатов дешифрирования космоснимков при металлогенических исследованиях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1975, № 5, с. 23—29.
- Караулов В. В.** О поперечных разломах складчатой системы юго-западного Алтая.— Бюл. МОИП. Отдел геол., 1976, т. 51, № 1, с. 57—73.
- Кочнева Н. Т., Томсон И. Н.** О путях использования космических снимков при среднемасштабных металлогенических исследованиях.— В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология. Т. 5. М.: изд. ВИНТИ, 1976, с. 222—230.
- Нехорошев В. П.** Геология Алтая. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 262 с.
- Нехорошев В. П.** Тектоника Алтая. М.: Недра, 1966. 306 с.
- Поспелов Г. Л.** О типах механических геологических напряжений и геотектонической решетке.— Изв. восточных филиалов АН СССР, 1957, № 1, с. 14—16.
- Яковлев Г. Ф.** Материалы по тектонике Рудного Алтая.— Тр. ВАГТ, 1957, вып. 3, с. 120—141.

А. А. РОМАНОВ

## АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СИСТЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЛУБИННОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Привлечение аэрокосмической информации для изучения глубинной структуры нефтегазоносных территорий и прогнозной оценки их на нефть и газ во всех регионах постоянно растет. Внедрение в практику методов поисков на повышенной глубине позволяет создавать принципиально новые типы сопряженных карт нефтегеологического содержания, являющихся научной основой для оценки перспектив, текущего и долгосрочного прогноза, а также планирования поисково-разведочных работ [Аристархова, 1979; Брюханов, 1977; Волчегурский и др., 1977; Кириухин и др., 1981].

Объединением «Аэрогеология» в последнее десятилетие выполнены аэро- и космогеологические исследования с нефтегазопоисковыми целями разного масштаба и детальности на различных структурно-тектонических участках в пределах древних и молодых платформ, краевых систем и подвижных поясов. Результаты этих исследований сводятся к следующему.

1. Установлена необходимость использования материалов дистанционных съемок (МДС) строго определенного вида и масштаба (обзорности, уровня генерализации (УГ), разрешения и др.) в соответствии с существующими в СССР этапами и стадийностью поисково-разведочных работ на нефть и газ [Атанасян, Скарятин, 1979].

2. Уточнен перечень задач, решаемых на основе аэро-, космоснимков для каждой стадии нефтегазопоисковых работ [Романов, 1981].

3. Введено понятие о межотраслевой и отраслевой обработке материалов дистанционных съемок и определены содержание, задачи и объем каждого из видов обработки; при отраслевой обработке для повышения эффективности и объективности дешифрирования применяются вторичные преобразования с целью улучшения визуально-инструментального восприятия изображения на космоснимках (КС) и увеличения информативности структурных элементов КС [Бумблис, Козлов, 1976; Романов, Галлактионов, 1981].

4. Выполнены экспериментальные и опытно-производственные работы по расширению использования аэровысотных и космических средств геологических исследований, внедрению новых видов аэро- и космических съемок (радиолокационной, многозональной, инфракрасной и др.) [Башилов, 1981; Можаяв, Карасев, 1981; Соловьева и др., 1981].

5. Подтверждена необходимость тесного комплексирования аэро- и космических методов с традиционными геолого-геофизическими (картированием, геофизическими съемками разного вида и назначения и т. д.).

6. Начаты теоретические разработки по математическому геондикационному моделированию, выделению и прогнозу геологических объектов на материалах дистанционных съемок с целью формализации и совершенствования процессов обработки и объективизации дешифрирования МДС [Афанасьев, Можаяев, 1981].

Использование МДС при поисках нефти и газа выдвигает определенные требования к характеру, качеству и виду информационных материалов. Выполненные в 1976—1982 гг. рядом организаций экспериментальные, научно-методические и опытно-производственные исследования в различных регионах страны показали необходимость четко разграничивать межотраслевую и отраслевую обработку материалов.

В понятие межотраслевой обработки входит решение общих вопросов и формирование программ аэро- и космосъемочных работ как широкого спектра, так и специализированных по природно-техническим условиям; предварительная и прецизионная обработка материалов, а также приведение их к разработанным отраслевым стандартам и, наконец, тиражирование фотодокументов, пригодных по видам, масштабам и разрешению для отраслевого (тематического) дешифрирования. Очевидно, для получения космоснимков с высокими изобразительными и измерительными свойствами необходимо строгое соблюдение отраслевых требований (природно-технические условия, правильный подбор технических средств съемки, методика фотохимической обработки и тиражирования материалов).

К сожалению, для многих нефтегазоносных регионов еще нет систематических данных по природно-техническим условиям проведения специализированных аэровысотных и особенно космических съемок, в связи с чем при тематическом дешифрировании используются материалы многоцелевых съемок, что, несомненно, менее эффективно. По-видимому, назрела необходимость проведения съемок специально для геологических и нефтегазопоисковых целей по заранее разработанным природно-техническим параметрам не только для каждой нефтегазоносной провинции, области, бассейна, но и их отдельных частей. Это требует серьезной постановки на целом ряде аэрокосмогеологических полигонов, опорных и эталонных (тестовых) участков систематических (многолетних) наземных опытно-методических работ, синхронных со специализированными самолетными и орбитальными съемками, а также космовизуальными наблюдениями. Опыт показывает, что для большинства нефтегазоносных территорий такие участки должны быть динамичны во времени и в пространстве [Брюханов, Ромашов, 1977; Кирюхин и др., 1981; Ромашов, Галактионов, 1981; Ромашов и др., 1979].

Задача отраслевой обработки информационных фотодокументов — создание (с помощью специального дешифрирования и интерпретации его результатов в комплексе с традиционными геолого-геофизическими данными) тематических карт геологического содержания и проведение на их основе многоцелевого районирования территорий с выделением в их пределах региональных и локальных поисковых объектов, перспективных на нефть и газ. Задачи составления тематических карт реализуются с помощью ряда специальных видов дешифрирования материалов дистанционных съемок (геолого-геоморфологического, структурного, геондикационного, ландшафтного и др.). При этом широко используются визуальное и инструментальное дешифрирование, а также вторичные преобразования изображений с помощью фотографических (аналоговых) и автоматизированных машинных систем (оптико-электронных, цифровых и др.).

Вторичные преобразования космических фотодокументов (пока в основном снимков) преследуют цель, во-первых, улучшить визуальное инструментальное восприятие фотоизображения в целом и обеспечить определение границ в случаях полутонных (невяных) переходов на оригинальных космоснимках; во-вторых, усилить информативность структур-

ных элементов изображения за счет фоновой (шумовой) информации для улучшения условий распознавания структурно-геологических объектов. Вторичные фотографические преобразования изображения включают целый комплекс методов, характеризующихся: сравнительной простотой технологической обработки фотоматериалов; небольшой стоимостью применяемого оборудования, чаще всего стандартного фотолaborаторного; возможностью непосредственного оперативного контроля и влияния на ход фотохимической обработки материалов; высоким качеством преобразованных изображений.

По сравнению с фотографическими вторичные преобразования с применением оптико-электронных и цифровых систем более сложны, дорогостоящи и требуют значительного количества высококвалифицированных технических специалистов. Из советских и зарубежных серийных комплексов преобразования изображений (квантование, кодирование, синтезирование и т. п.) наиболее известны «Экспандер» ВЗЭИС (СССР), «Фосдаг» (Япония), МСП-4 (ГДР — СССР) и некоторые другие. Цифровые методы, несмотря на разнообразие форм, точность и достаточно высокую скорость измерений, имеют определенные ограничения: необходимость применения дорогой электронно-вычислительной техники; с большим объемом памяти вследствие высокой информативной емкости фотоизображений; требуют сложных устройств преобразования и ввода — вывода информации; определенного банка формализованных геолого-геофизических и аэрокосмических данных; алгоритмов обработки, языковых программ и т. д.

Как известно, при поисково-разведочных работах на нефть и газ выделяются три этапа: поисковый, разведочный и эксплуатационный, первый из которых распадается на три стадии: региональные геолого-геофизические работы, подготовка площадей (структур) к глубокому поисковому бурению, поиски месторождений (залежей) нефти и газа. Второй и третий этапы на стадии не разделяются.

В настоящее время материалы дистанционных съемок используются в основном на первом поисковом этапе геолого-разведочных работ на нефть и газ, хотя есть отдельные примеры успешного решения ряда конкретных геологических вопросов с использованием информации космических съемок на разведочном и даже эксплуатационном этапах. В зависимости от целей и задач среди аэро- и космогеологических исследований, выполняемых в комплексе нефтегазопроисковых работ, выделяются обзорные, региональные и детальные. Каждый вид исследований характеризуется применением материалов дистанционных съемок определенного вида, обзора, уровня генерализации и разрешения. При этом все они проводятся с учетом общей изученности территорий, и в процессе интерпретации результатов дешифрирования аэро-, космоснимков обязательно комплексировются с имеющимися геолого-геофизическими материалами аналогичного обобщения (генерализации).

Стадийность исследований с применением аэрокосмической информации полностью не согласуется с этапностью поисково-разведочных работ на нефть и газ. Обзорные работы практически выходят за рамки существующих этапов и стадий нефтегазопроисковых работ и представляют собой, по сути, тематические исследования обзорного характера. Региональные работы охватывают стадию региональных геолого-геофизических работ и частично стадию подготовки площадей к глубокому поисковому бурению. И, наконец, детальные работы отвечают стадии подготовки площадей к поисковому бурению и стадии поисков месторождений (залежей) нефти и газа. При этом детальные и космогеологические исследования нередко включают в себя задачи, выполняющиеся также на последующих разведочном и эксплуатационном этапах.

Многие советские исследователи рассматривают аэрокосмические методы как одно из основных средств выполнения многоцелевого обзорного районирования и картографирования обширных труднодоступных нефтегазоносных территорий, особенно на ранней стадии их изучения. Обзор-

ные тематические исследования осуществляются, как правило, на сверх- и мелкомасштабных МДС глобального уровня генерализации. Съемки таких масштабов обычно охватывают крупные, часто разнородные в тектоническом отношении регионы как с установленной, так и предполагаемой нефтегазоносностью и призваны выявить самые общие закономерности геологического строения территорий [Оруджева и др., 1982; Ромашов, 1979].

Дополнительные сведения об особенностях глубинного геологического строения нефтегазоносных регионов, полученные с помощью обзорных тематических исследований, в совокупности с имеющимися геолого-геофизическими материалами позволят создавать новые типы карт нефтегеологического содержания, а также могут способствовать уточнению прогнозной оценки территории, определению основных перспективных направлений поисково-разведочных работ, оптимально ориентировать региональные геолого-геофизические работы и опорно-параметрическое бурение.

Выполнение преимущественно камеральных тематических исследований обзорного характера актуально еще и потому, что большая часть основных регионов характеризуется достаточно хорошей геолого-геофизической изученностью. Поэтому дальнейший прирост информации о глубинном геологическом строении территорий только за счет традиционных методов незначителен и связан с резким повышением густоты и детальности наблюдений, что крайне удорожает поиски и разведку.

Примером успешного выполнения тематических исследований обзорного характера является «Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона» [1978], включающая обширные нефтегазоносные земли Волго-Урала, Прикаспия, Предкавказья, Мангышлака и Устюрта. Эта карта явилась основой для многоцелевого тематического районирования (неотектонического, тектонического, нефтегеологического) территории площадью свыше 1,5 млн. км<sup>2</sup>.

В цикле опубликованных в 1978—1980 гг. работ «Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей» [Волчегурский и др., 1977а, б; Козлов и др., 1978; Ромашов и др., 1979] авторами карты рассмотрены особенности связей неотектоники и глубинной структуры исследованного региона; возможности выявления и классификации отдекшифрованных линейных и кольцевых структурных форм различного ранга, а также основные вопросы применения, особенности методики и эффективность космофототектонического картографирования закрытых платформенных нефтегазоносных областей [Волчегурский и др., 1977, 1978; Козлов и др., 1978].

Региональные аэро- и космогеологические исследования на указанной стадии осуществляются на МДС регионального и частично локального уровня генерализации и проводятся обычно как в пределах перспективных территорий, так и в районах с установленной нефтегазоносностью.

Опыт показывает, что аэро-, космогеологические исследования по времени могут либо совпадать с типовым комплексом традиционных геолого-геофизических работ, либо предшествовать ему. Так, мелкомасштабные геологические, структурно-геоморфологические, геохимические и другие специальные виды съемок рационально вести с использованием или прямо на основе МДС соответствующего уровня генерализации. Результаты опережающих аэро- и космогеологических исследований во многом могут способствовать рациональному размещению объемов мелкомасштабных аэромагнитной и гравиметрической съемок, профильных электро- и сейсморазведочных работ, опорного и параметрического бурения.

Данные анализа материалов дистанционных съемок могут использоваться при комплексной интерпретации и переинтерпретации результатов геофизических исследований, особенно в части трассирования по площади малоамплитудных разломов, а также погребенных разрывных нарушений и локальных объектов, перспективных на поиски нефти и газа [Демидов, Ромашов, 1982; Ромашов, Демидов, 1979].

Детальные аэро- и космогеологические исследования на стадиях подготовки площадей к поисковому бурению для выявления месторождений (залелей) нефти и газа выполняются по МДС локального и детального уровней генерализации, а также по высотным и крупномасштабным аэрофотоснимкам. Они проводятся преимущественно в пределах районов, зон и площадей с установленной нефтегазоносностью и добычей нефти и газа.

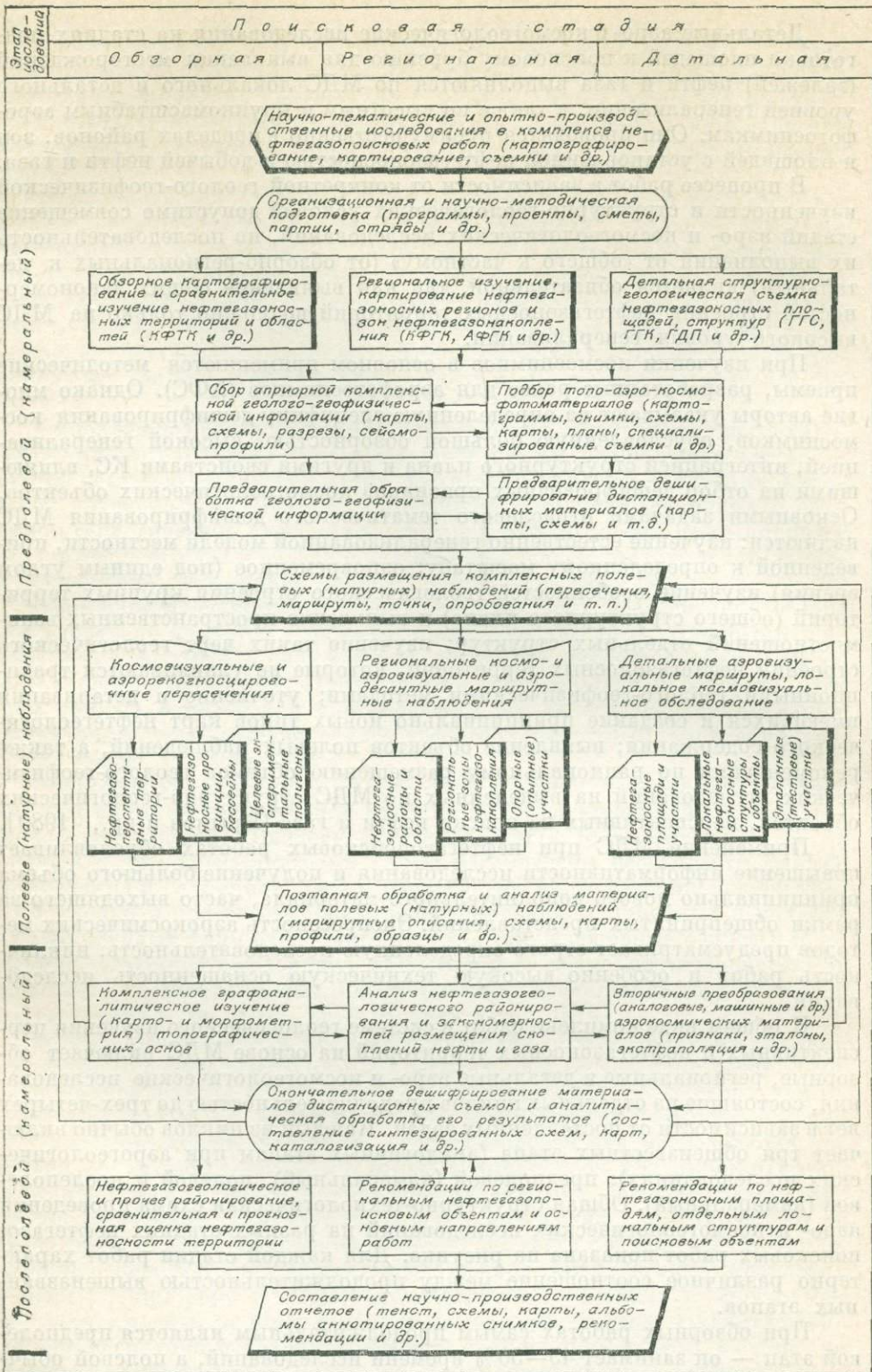
В процессе работ в зависимости от конкретной геолого-геофизической изученности и структурно-геологических условий допустимо совмещение стадий аэро- и космогеологических исследований, но последовательность их выполнения от «общего к частному» (от обзорно-региональных к детальным) является обязательной, так как выявление общих закономерностей строения нефтегазоносных территорий возможно только на МДС высокого уровня генерализации.

При изучении космоснимков в основном применяются методические приемы, разработанные ранее для аэрофотоснимков (АФС). Однако многие авторы указывают на определенную специфику дешифрирования космоснимков, обусловленную большой обзорностью, высокой генерализацией, интеграцией структурного плана и другими свойствами КС, влияющими на отбор дешифровочных признаков космогеологических объектов. Основными задачами отраслевого тематического дешифрирования МДС являются: изучение естественно генерализованной модели местности, приведенной к определенному масштабу; одновременное (под единым углом зрения) изучение особенностей геологического строения крупных территорий (общего структурного плана) и выявление пространственных взаимоотношений отдельных структур; изучение таких черт геологического строения нефтегазоносных территорий, которые не улавливаются традиционными геолого-геофизическими методами; уточнение и детализация имеющихся и создание принципиально новых типов карт нефтегеологического содержания; выявление объектов полевых наблюдений, а также рекомендации по рациональному размещению объемов геолого-геофизических исследований на выделенных по МДС структурно-геологических объектах, перспективных на поиски нефти и газа [Крымов и др., 1980].

Применение МДС при нефтегазопоисковых работах обуславливает повышение информативности исследования и получение большого объема принципиально нового дополнительного материала, часто выходящего за рамки общепринятых представлений. Экспрессность аэрокосмических методов предусматривает строго определенную последовательность, цикличность работ и особенно высокую техническую оснащенность исследований.

В общем виде комплекс работ в системе геологического изучения перспективных и нефтегазоносных территорий на основе МДС включает обзорные, региональные и детальные аэро- и космогеологические исследования, состоящие из отдельных циклов продолжительностью до трех-четырёх лет в зависимости от поставленных задач. Каждый из циклов обычно включает три общеизвестных этапа (аналогичных этапам при аэрогеологических исследованиях): предполевой (камеральный), полевой и послеполовой (камеральный). Общая структурно-технологическая схема проведения аэро- и космогеологических исследований на разных стадиях нефтегазопоисковых работ показана на рисунке. Для каждой стадии работ характерно различное соотношение между продолжительностью вышеназванных этапов.

При обзорных работах самым продолжительным является предполевой этап — он занимает 45—50% времени исследований, а полевой обычно не превышает 25—30%; при региональных исследованиях соотношения камерального и полевого этапов примерно одинаковое (по 30—35%), а при детальных работах максимальную продолжительность (40—45%) имеет полевой этап. Увеличение продолжительности полевого этапа обусловлено необходимостью детальных натуральных наблюдений на опорных (ключевых) и эталонных участках при структурах с целью набора геоиндикационных признаков космогеологических объектов разного типа и ранга, а так-



Общая структурно-технологическая блок-схема организации аэро- и космогеологических работ в системе комплексного изучения геологического строения нефтегазозонных территорий.

же для «обучения» как исполнителей, так и автоматизированных систем.

Все стадии аэро- и космогеологических работ, особенно обзорную и региональную, охватывающие обычно значительные по площади и разнообразные по природно-геологическим условиям дешифрирования МДС территории, целесообразно сопровождать экспериментальными и опытно-методическими исследованиями. Первые включают синхронные подспутниковые наблюдения с целью отработки методики «многоэтажных» (наземных, аэровизуальных, аэросъемочных и др.) исследований в реальном масштабе времени, а также для определения различных оптимальных природно-технических параметров для специализированных аэро- и космических съемок. Вторые включают отработку методики полевых наземных геологических, структурно-геоморфологических и других видов наблюдений с целью установления и детализации признаков структурно-геологических объектов и выявления их связи с природно-территориальными комплексами и ландшафтными аномалиями. Оба вида работ могут выполняться небольшими самостоятельными отрядами в составе геологических партий.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аристархова Л. Е. Геоморфологические исследования при поисках нефти и газа. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1979. 149 с.
- Атанасян С. В., Скарятин В. Д. Применение разномасштабных многозональных космических снимков Земли при геологическом изучении нефтегазоносных территорий.— В кн.: Космическая съемка и тематическое картографирование М.: Изд-во Московск. ун-та, 1979, с. 25—30.
- Афанасьев Н. Ф., Можав Б. Н. Опыт геондикационного моделирования с использованием материалов аэро- и космических съемок.— Изв. вузов, геология и разведка, 1981, № 3, с. 33—41.
- Башилов В. И. Линеаменты и проблемы нефтегазоносности севера Восточно-Европейской платформы.— Изв. вузов, геология и разведка, 1981, № 1, с. 28—32.
- Бреханов В. Н., Ромашов А. А. Космофотогеологическое картографирование.— Изв. вузов, геология и разведка, 1977, № 8, с. 174—176.
- Бумблик В. И., Козлов В. В. Методы и средства оптико-электронного преобразования космических снимков для решения задач геологических дешифрирования.— В кн.: Использование информации, получаемой из космоса для решения геологических задач. М.: изд. ВИЭМС, 1976, с. 14—18.
- Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т., Галактионов А. В. и др. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Ст. I. Глубинная структура и неотектоника Северного Каспия.— Изв. вузов, геология и разведка, 1977а, № 10, с. 14—20.
- Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т., Галактионов А. Б. и др. Космофотогеологическое картографирование — новый вид изучения структуры земной коры нефтегазоносных бассейнов.— В кн.: Проблемы геологии нефти. Глубинная структура и нефтегазоносность осадочных бассейнов. М.: изд. ИГиРГИ, 1977б, с. 56—62.
- Волчегурский Л. Ф., Козлов В. В., Ромашов А. А. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Ст. II. Региональные кольцевые структуры (на примере Арало-Каспийского региона).— Изв. вузов, геология и разведка, 1978, № 4, с. 43—52.
- Демидов В. А., Ромашов А. А. Линеаменты земной коры юга СССР и прилегающих районов Ближнего Востока в связи с нефтегазоносностью.— Изв. вузов, геология и разведка, 1982, № 3, с. 30—36.
- Кирюхин Л. Г., Петров С. Е., Ромашов А. А. Аэрокосмические методы в комплексе нефтепоисковых работ.— В кн.: Использование космической информации в нефтяной геологии. М.: Недра, 1981, с. 15—20.
- Козлов В. В., Ромашов А. А., Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазоносных областей. Ст. III. Линеаменты Арало-Каспийского региона, возможности их типизации и связь с разрывными нарушениями.— Изв. вузов, геология и разведка, 1978, № 6, с. 16—24.
- Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона м-ба 1 : 25000. Объяснительная записка/Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т., Галактионов А. Б., Козлов В. В., Оруджева Д. С., Ромашов А. А. М.: изд. ГУГК, 1978. 62 с.
- Крымов В. Ф., Капустин И. Н., Кирюхин Л. Г. и др. Применение космических методов исследований в нефтяной геологии. М.: изд. ВИЭМС, 1980. 49 с. (Обзор. Серия: Геологические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа).
- Можав Б. Н., Карасев О. И. Роль и возможности космических снимков при изучении нефтегазоносных областей.— В кн.: Комплексная интерпретация космоснимков нефтегазоносных территорий. Л.: Недра, 1981, с. 45—52.

- Оруджева Д. С., Воробьев В. Т., Ромашов А. А. Аэрокосмические исследования нефтегазонасыщенных территорий Прикаспийской впадины. М.: Наука, 1982. 75 с.
- Ромашов А. А., Волчегурский Л. Ф., Воробьев В. Т. и др. Использование космических снимков для изучения глубинных структур земной коры нефтегазонасыщенных областей. Ст. IV. Методика и эффективность космофототектонического картографирования закрытых платформенных территорий (на примере Арало-Каспийского региона). — Изв. вузов, геология и разведка, 1979, № 4, с. 102—111.
- Ромашов А. А., Воробьев В. Т. Методические основы составления обзорных космофототектонических карт нефтегазонасыщенных территорий с использованием материалов дистанционных исследований. — В кн.: Новое в методике поисковых геолого-геофизических работ на нефть и газ. М.: изд. ИГиРГИ, 1979, с. 32—40.
- Ромашов А. А., Воробьев В. Т., Оруджева Д. С., Ботова О. Ю. Обзорно-региональные аэрокосмические исследования при нефтегазописковых работах. — В кн.: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. М.: изд. ВНИИгазпром, 1980, с. 50—56.
- Ромашов А. А., Галактионов А. В. Основные вопросы применения материалов аэро- и космических съемок при поисках нефти и газа. — Изв. вузов, геология и разведка, 1981, № 1, с. 48—55.
- Ромашов А. А., Демидов В. А. Аэрокосмические методы в комплексе нефтегазописковых работ при изучении структуры юго-востока Русской плиты. — Изв. вузов, геология и разведка, 1979, № 11, с. 85—88.
- Соловьева Л. И., Булгакова Г. С., Посошкова Н. С. Материалы космической съемки, используемые при изучении нефтегазонасыщенности Западно-Сибирской провинции. — В кн.: Использование космической информации в нефтяной геологии. Тр. ВНИИГНИ, вып. 232. М.: Недра, 1981, с. 55—58.

В. И. ВИТЯЗЬ, В. И. ТИТЕНКОВ

## РАЗМЕЩЕНИЕ КИМБЕРЛИТОНОСНЫХ АРЕАЛОВ ОТНОСИТЕЛЬНО РЕГИОНАЛЬНЫХ ДИЗЬЮНКТИВОВ И ОБЛАСТЕЙ ПРОГИБАНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Структурное положение рудных тел и их ареалов опознает закономерности размещения этих объектов в признаковых геолого-геофизических полях как основу их прогноза. Исследована пространственная позиция кимберлитонасыщенных ареалов относительно региональных дизьюнктивов, морфоструктур рельефа и областей прогиба восточной и центральной частей Сибирской платформы. В качестве исходных материалов использованы следующие карты: 1) карта кимберлитопроявлений; 2) результатов дешифрирования дистанционных данных; 3) гипсометрических отметок рельефа дневной поверхности; 4) гидрографическая карта мелкого масштаба.

Методическую основу работы составил пространственно-статистический анализ [Богачкий и др., 1976а, б; Витязь, 1982; Методические рекомендации..., 1977]. Исходные материалы обобщены путем генерализации и составления карт плотности исследуемых признаков и параметров. Основой выбора ячейки генерализации служат размеры целевых объектов и элементов геологических, гипсометрических полей и морфоструктур. На карте кимберлитопроявлений отчетливо видны: 1) ареальная сгруппированность проявлений и тел; 2) цепочки и пояса, ориентированные преимущественно в субширотном и субмеридиональном или северо-восточном направлениях. Карта плотности кимберлитопроявлений выявляет региональные и локальные ареалы. Исследование размеров, морфологии ареалов и плотности кимберлитопроявлений в их пределах позволяет выделить 19 кимберлитонасыщенных ареалов ранга 50—21 км в качестве целевых объектов. Плотность кимберлитопроявлений определяется числом проявлений и тел на 1 мин<sup>2</sup>. Целевые объекты представляют собой крупные локальные структурные области или части трехмерных трещинно-брежчевых систем, вмещающих как вертикальные и наклонные, так и субгоризонтальные тела. Из 19 кимберлитонасыщенных ареалов 74% отчетливо вытянуто преимущественно на северо-восток. Ареалы располагаются в виде одиночных, спаренных, полосовых структурных систем, форми-

рующих пояса субмеридионального, северо-восточного и северо-западного простираний.

В качестве стандартной ячейки выбрана сдвоенная трапеция размером по диагонали 26—32 км. Такой размер элементарной ячейки позволяет выявлять и очерчивать признаковые поля, соответствующие размеру выбранных кимберлитоносных ареалов. В качестве критерия-признака выступают плотность, ориентировка и протяженность дизъюнктивов. Мерой оценки является отношение размерной величины (длина или число) к площади элементарной ячейки в градусном выражении, т. е. «плотность» признака. Дизъюнктивы исследованы как по общей, или суммарной, их протяженности в метрах на 1 мин<sup>2</sup>, так и по числу элементов определенного направления или ранга, приходящихся на ячейку. Гипсометрические отметки дневной поверхности генерализованы путем составления карт поверхностей верхних отметок рельефа (ПВОР), нижних отметок рельефа (ПНОР) и расчлененности, или приращений, гипсометрии рельефа (ПГР). Составление карт по экстремальным значениям признакового поля дает дополнительную геоморфологическую информацию, поскольку, во-первых, гипсометрические отметки рельефа определяются на картах надежнее других значений (средних, средневзвешенных) и, во-вторых, выявляют наибольший размах тектонических деформаций. Опознаваемые по разным картам (минимальных или максимальных значений) морфоструктуры и ареалы устанавливают элементы структуры признакового поля, как правило, не фиксируемые на исходных картах.

Результаты дешифрирования дистанционных материалов использованы для составления карт: 1) суммарной плотности дизъюнктивов; 2) плотности дизъюнктивов раздельно субмеридионального, субширотного, северо-западного и северо-восточного простираний; 3) плотности дизъюнктивов рангов до 20 км, от 20—50 км и более.

По рисунку гидросети крупнейших речных систем выделены области преимущественных региональных воздыманий и опусканий, т. е. области регионального относительного сжатия и растяжения.

Карта суммарной плотности дизъюнктивов отражает региональные особенности территории, резко различая южную и северную области, условная граница между которыми проходит вдоль 67—68° с. ш. Для южной части территории, или центральной части платформы, характерна повышенная плотность дизъюнктивов, достигающая в экстремумах свыше 1000 м/мин<sup>2</sup>, преобладающая широтная и меридиональная ориентировка региональных элементов поля плотности. Северная часть провинции обладает меньшей плотностью дизъюнктивов, достигающей в экстремумах 750 м/мин<sup>2</sup>, и преимущественно диагональной, северо-западной и северо-восточной ориентировкой региональных ареалов плотности. Среди локальных ареалов плотности дизъюнктивов преобладают изометричные представители. В целом рассматриваемой территории свойственно контрастное поле плотности дизъюнктивов, выраженное сближенным парным или утроенным расположением ареалов высокой и малой плотности.

Карты плотности дизъюнктивов раздельно субмеридионального и субширотного направлений, подтверждая отмеченные на примере карт суммарной плотности особенности размещения дизъюнктивов, выявляют и дополнительные свойства: фиксируется в целом более высокий уровень плотности субмеридиональных дизъюнктивов, по сравнению с субширотными; выявляются три области концентрации дизъюнктивов рассматриваемых направлений, а также полоса северо-восточного простирания шириной 100—150 км, пересекающая р. Вилюй в устье рек Бол. и Мал. Ботубобия и р. Марха в нижнем течении. Эта полоса располагается вдоль северо-западного склона Непско-Ботубобинской антеклизы и борта Вилюйской синеклизы. Другая область концентрации ортогональных дизъюнктивов шириной 120—180 км протягивается в субширотном направлении от верхнего течения р. Вилюй до верховьев р. Линдэ. Эта область приходится на зону неотектонических поднятий водораздела р. Оленек и левых притоков р. Лены.

Сравнение расположения ареалов суммарной и дифференцированной по направлениям плотности дизъюнктивов фиксирует преимущественную несовместимость тех или других локальных элементов. Совмещенные ареалы разных полей обнаруживают различие формы и ориентировки. Типична несовместимость одноранговых субмеридиональных и субширотных дизъюнктивов.

Карты полей плотности дизъюнктивов раздельно северо-западного и северо-восточного направлений выявляют не только более высокую плотность дизъюнктивов северо-восточного направления, но и повышенную плотность элементов обоих направлений для южной и восточной частей исследуемой территории. Поле плотности дизъюнктивов одного направления оказывается дополнительной информацией о поле суммарной плотности дизъюнктивов других направлений.

Территория по рисунку гидросети разделена на полосовые области относительных воздыманий и изометричные или слабо удлинённые области относительных прогибаний. Площади относительных воздыманий и прогибаний территории платформы относятся как  $55 \div 45$ .

Поверхности верхних отметок рельефа обладают следующими региональными особенностями: 1) отметками более 500—600 м на восточной окраине Среднесибирского плоскогорья; 2) сглаженными формами V-образного в плане морфоструктурного уступа с преимущественными отметками  $400 \pm 150$  м; 3) равнинными участками восточного и северного опусканий с отметками ПВОР до 240—260 м. Протяжённость морфоструктур по замкнутым изолиниям изменяется от 8 до 260 км. Преобладают вытянутые морфоструктуры всех рангов, особенно ориентированные преимущественно на северо-восток региональные морфоструктуры ранга более 200 км. Крупные локальные структуры (ранг 50—21 км) ориентированы преимущественно по широте.

Карты морфоструктур поверхностей нижних отметок рельефа выявляют три области восточного склона Среднесибирского плоскогорья: 1) наиболее высоко поднятую западную часть территории, ограниченную зоной ступеней на отметках  $200 \pm 40$  м; 2) область пологого регионального склона с широким распространением локальных морфоструктур; 3) субмеридиональные региональные прогибы бассейнов рек Лены, Ангары и Оленёк с отметками до 60 м. Морфоструктуры ПНОР оказываются не только меньшими по минимальному, максимальному и модальному размерам, чем морфоструктуры ПВОР, но и выделяются на карте в меньшем количестве. Сходство тех и других морфоструктур проявляется в преобладании вытянутых форм над изометричными и в преимущественной субширотной ориентировке всех морфоструктур. Наиболее крупные морфоструктуры ПНОР вытянуты по меридиану или на северо-запад, т. е. поперек преобладающей ориентировки большинства малых структурных форм. Региональные области контрастной расчленённости рельефа совмещаются преимущественно с областями региональных поднятий ПВОР. Малые региональные и локальные ареалы приращений гипсометрии рельефа не совмещаются с поднятиями или прогибами поверхностей верхних и нижних отметок рельефа, но соседствуют с ними, образуя площадные изометричные группы или полосы и цепочки ареалов ПГР, поднятий и прогибов ПВОР и ПНОР. Намечается преимущественная пространственная сгруппированность морфоструктур и ареалов расчленённости рельефа одного или близких рангов.

Кимберлитоносные ареалы ранга 50—21 км располагаются преимущественно на краях зон повышенной плотности дизъюнктивов, как правило, выше среднего уровня плотности, близкого  $400$  м/мин<sup>2</sup>. Из 16 кимберлитоносных ареалов ранга 50—21 км три, или 19%, совмещаются с одноранговыми ареалами повышенной плотности дизъюнктивов; восемь, или 50%, приходится на седловинные зоны поля плотности дизъюнктивов. Типично расположенные кимберлитоносные ареалы совмещаются с одноранговыми ареалами плотности дизъюнктивов: субмеридионального и субширотного направлений в 12,5% случаев, северо-западного и северо-вос-

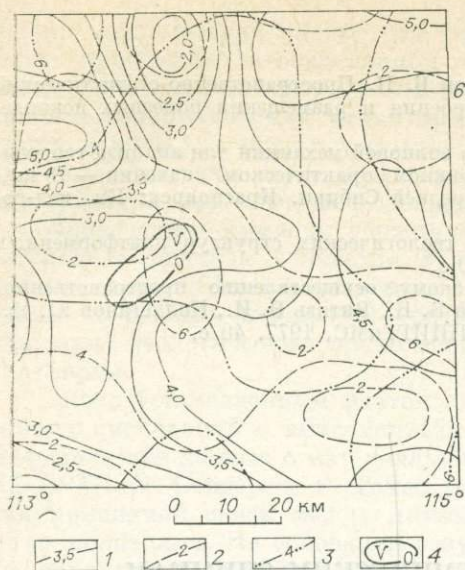


Рис. 1. Размещение ареалов плотности дизъюнктивов и кимберлитоносного ареала. Изолинии плотности дизъюнктивов: 1 — суммарной; 2 — ранга дизъюнктивов 50—21 км и 3 — более 50 км; 4 — кимберлитоносный ареал.

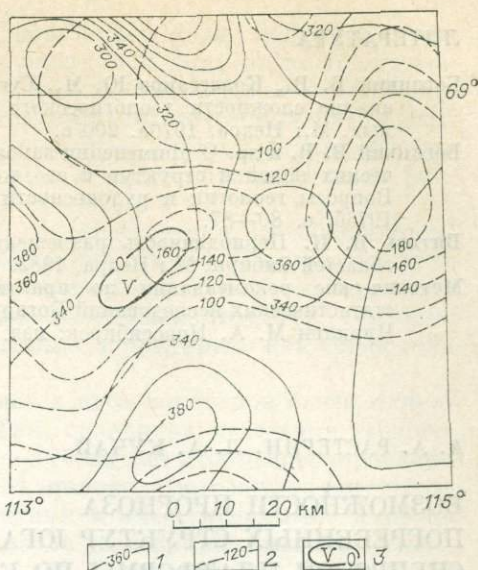


Рис. 2. Размещение морфоструктур рельефа и кимберлитоносного ареала. Изолинии гипсометрии: 1 — поверхности верхних и 2 — нижних отметок рельефа; 3 — кимберлитоносный ареал.

точного направлений — в 19%. Кимберлитоносные ареалы ранга 50—21 км располагаются преимущественно (16 из 19, или 84%) в областях региональных относительных воздыманий рельефа дневной поверхности, а также вдоль региональных ступеней ПВОР. Последняя закономерность наиболее четко проявляется для ареалов северных кимберлитовых районов. При этом ареалы кимберлитопоявлений северо-западной ветви, располагающиеся вдоль склона Анабарской антеклизы, тяготеют к нижним сглаженным участкам региональной ступени ПВОР, а кимберлитоносные ареалы северо-восточной ветви, т. е. Оленекской группы, приходятся на приподнятые крылья региональной сглаженной ступени ПВОР. Относительно поля ПНОР кимберлитоносные ареалы располагаются в зонах региональных ступеней, на краях или в седловинах между замкнутыми структурами.

Главной особенностью пространственного размещения региональных областей и локальных элементов рассмотренных признаков полей оказывается несовместимость разных ареалов и морфоструктур одного ранга и однотипных полей разных рангов между собой. Локальные ареалы дизъюнктивного поля суммарной и ранговой плотности дизъюнктивов часто соседствуют друг с другом, а кимберлитоносные ареалы ранга 50—21 км приходятся на края локальных и малых региональных дизъюнктивов (рис. 1). Морфоструктуры ПВОР, ПНОР, ареалы расчлененности рельефа локальных и малого регионального рангов, как правило, не совмещаются, но нередко находятся рядом, образуя полосы или пары сближенных морфоструктур разных поверхностей. Кимберлитоносные ареалы целевого ранга располагаются преимущественно на склонах региональных поднятий ПНОР, окончаниях прогибов ПВОР и на краях морфоструктур локального ранга (рис. 2). Отмеченные особенности размещения при знаковых полях подтверждают свойство оптимальной локализации полей, проявленное пространственной несовместимостью экстремальных значений, свидетельствуя о дополнении каждого признакового поля по отношению к тектонической структуре. Преимущественная приуроченность целевых объектов к средним (оптимальным) значениям признаковых полей и расположение их на краях или седловинных участках ранжированных ареалов и морфоструктур должны быть использованы для количественного (вероятностного) прогноза новых площадей и участков.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богацкий В. В., Коллеганов Ю. М., Суганов Б. И. Пространственно-статистический анализ сложности геологического строения и размещения полезных ископаемых. М.: Недра, 1976а. 200 с.
- Богацкий В. В. и др. О применении законов волновой механики для анализа геологических полей и структур и его возможном практическом значении. — В кн.: Вопросы геологии и рудоносности Средней Сибири. Красноярск: Кн. изд-во, 1976б, с. 80—87.
- Витязь В. И. Периодичность размещения геологических структур платформенных областей Сибири. М.: Недра, 1982. 190 с.
- Методические рекомендации по практическому осуществлению пространственно-статистических исследований/Богацкий В. В., Витязь В. И., Коллеганов Ю. М., Чурилин М. А. Новосибирск: изд. СНИИГГиМС, 1977. 40 с.

А. А. РАСТЕГИН, Л. А. КУЧАЙ

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУР ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Для разработки методики прогноза погребенных структур фундамента и осадочного чехла Сибирской платформы в качестве экспериментального участка был выбран район, расположенный в южной ее части, более-менее равномерно покрытый среднемасштабной космической съемкой. В него вошли северо-восточная часть Непско-Ботуобинской антеклизы, Нюйско-Джербинская и южная часть Ыгыаттинской впадины.

Осадочный чехол этой территории сложен рифейско-нижнепалеозойскими отложениями мощностью от 1—1,5 км (на поднятиях) до 4,5—5 км (во впадинах), представленными подсолевым (терригенно-карбонатным), солевым (галогеинно-карбонатным) структурно-формационными комплексами. Основным объектом нефтегазопоисковых работ является подсолевой комплекс. Существенное несоответствие новейшего и древнего структурных планов значительно усложняет прогноз по космическим снимкам (КС) структурного плана нефтегазоносных горизонтов. Однако существует мнение, что каменная соль отличается ничтожной сжимаемостью, ее плотность практически не меняется с глубиной, поэтому никакого затухания или ослабления тектонических напряжений в соляной толще за счет ее уплотнения не может происходить, что позволяет надеяться на проявление деформаций продуктивных горизонтов на поверхности Земли в виде кольцевых или линейных образований, поэтому при дешифрировании КС основное внимание было обращено на их выделение. Кольцевые образования, по мнению некоторой части исследователей, подчеркивают антиклинальные складки и могут являться одним из важнейших поисковых признаков. Так, например, только на основе анализа кольцевых образований в юго-западной части Туркмении было выделено 21 предполагаемое локальное поднятие, причем только 8 из них дешифрировались достоверно. Совместный анализ кольцевых образований Сибирской платформы и геолого-геофизических материалов позволил В. К. Пятницкому прийти к выводу об определенной связи «выделенных на космоснимках линейных и округлых аномалий фототона с глубинным строением района и расположением поднятий платформенного чехла» [Пятницкий, 1981]. Л. М. Герасимову и В. Ю. Лускиной, по данным дешифрирования КС «Ландсат», на междуречье Бахты и Подкаменной Тунгуски удалось установить серию пликвативных структур, «выделившихся по дугообразному распределению гидросети и наличию овальных участков с различным тоном фотоизображения» [Герасимов, Лускина, 1980].

Г. И. Амурский и Н. Н. Соловьев [1982] уже в названии своей статьи «Кольцевые фотоаномалии — предвестники антиклинальных структур» заявляют о фиксации (а не о трассировании!) в виде фотозаписей на КС

физико-механических параметров участков земной коры, деформация которых произошла на современном или близком к нему этапе геологического развития. Они приходят к выводу, что «дешифрируемые на КС кольцевые фотоаномалии как улики процесса интенсивного новейшего воздымания в пределах преимущественно газоносных территорий при прочих благоприятных условиях могут выступать в качестве индикаторов распространения нефтяных месторождений» (с. 42).

Приведенные примеры убедительно свидетельствуют о необходимости детального анализа совместно с геолого-геофизическими материалами дуговых и площадных фотоаномалий, выявленных на КС и могущих стать одним из важных поисковых критериев локальных структур, особенно для таких геологически сложно построенных территорий, как Сибирская платформа.

Давно установленным фактом является наличие тесной связи пликтивных дислокаций с линеаментами. Так, сравнивая известные геолого-геофизические данные с материалами, полученными при дешифрировании КС ЕРТС, Д. Сондерс и Г. Томас [1975] пришли к выводу о существовании причинной связи между линеаментами и продуктивными на нефть и газ площадями. На основании результатов дешифрирования космоснимков территории Южного Мангышлака С. М. Богородский и Ю. А. Лион [1981] отметили приуроченность 80% выявленных структур к разломам и зонам, прилегающим по обе стороны к ним, шириною не более 10 км. Причем в Южном Устюрте около 60% структур тяготеет к разломам северо-западного простирания.

Несмотря на кажущуюся простоту прогноза месторождений нефти и газа, учитывающего их связь с линеаментами, на первых стадиях поисковых и региональных работ нельзя конкретно указать местоположение ловушек нефти и газа. Поэтому в настоящее время интенсивно разрабатываются статистические методы обработки схем линеаментов с целью прогноза структурных поверхностей осадочного чехла и фундамента. Используя ранее выдвинутое положение о том, что формирование структурных форм приводит к изменению ориентировки региональных и появлению аномально ориентированных линеаментов, можно на основе статистического анализа их плотности выделять как региональные, так и локальные пликтивные структуры. П. Бланше для штата Альберты в Канаде [Козлов и др., 1979], В. С. Старосельцев [1981] для территории Сибирской платформы показали на материалах дешифрирования аэрофотоснимков возможность прогноза погребенных в первом случае рифогенных массивов, а во втором — положительных пликтивных структур.

В связи с вышеизложенным сначала была проверена возможность прогноза поднятий, выявленных сейсморазведкой и частично подтвержденных глубоким бурением по базальным горизонтам кембрия и венда с помощью отдешифрированных на космоснимках дуговых и площадных фотоаномалий. Сопоставление структурной карты и результатов дешифрирования КС показало, что на исследуемой территории только 51% локальных поднятий находит отражение в фотоаномалиях. Причем часть из них приурочена к краям фотоаномалий, а совпадение по размерам и контуру — исключительно редкий случай. Сравнительно хорошо совпадают по площади и контуру с фотоаномалиями на космоснимках Хотого-Мурбайское и Верхнечонское нефтегазоконденсатные месторождения. Изучение результатов сопоставления данных сейсморазведки и фотоаномалий на КС показало, что необходим тщательный анализ (вплоть до постановки на этих площадях детальных геофизических работ) фотоаномалий, не нашедших отражения в геолого-геофизических материалах.

Статистический анализ прямолинейных элементов, отдешифрированных на КС на исследуемой территории, проводился в следующей последовательности. Исследуемая территория была разбита на 12 равных квадратов с размерами сторон  $100 \times 100$  км. Величина квадрата выбиралась исходя из соображения, что его площадь будет оптимальной, а количество линеаментов в нем представительным, если их число будет равным или

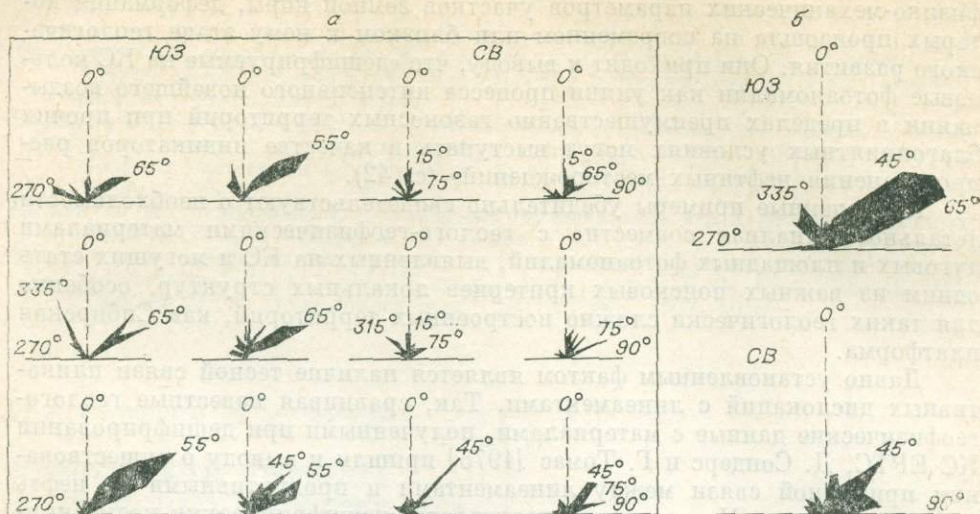


Рис. 1. Розы-диаграммы простираний линеаментов для отдельных (а) и объединенных (б) участков.

больше 50. Затем в каждом участке измерялись длина и ориентировка линеаментов и для них строились розы-диаграммы (рис. 1, а). Участки с похожими розами-диаграммами объединялись в единое поле, и для него строилась сводная роза-диаграмма. Таким образом, исследуемая территория была разделена на два крупных участка: юго-западный и северо-восточный (рис. 1, б). На сводных розах-диаграммах в виде сопряженных систем ясно проявились общие направления линеаментов, характерные для изучаемого региона. Но принимать их за региональные направления без учета простираний разрывных нарушений, выделенных по геолого-геофизическим и геоморфологическим данным, для этой территории нельзя, так как такой подход может привести к ошибке — линеаменты с аномальной ориентировкой будут приняты за линеаменты регионального направления. Как правило, линеаменты, имеющие региональную ориентировку, образуют правильные системы, выдержанные на больших территориях, и связаны с формированием региональных структур. В то же время линеаменты с аномальной ориентировкой обязаны своим происхождением локальным осложнениям структурных поверхностей, и их ориентировка будет существенно отличаться как от сводной розы-диаграммы, так и от линеаментов с региональной ориентировкой.

Для определения линеаментов, имеющих региональную ориентировку, были привлечены данные о разрывных нарушениях, выделенных на «Тектонической карте Сибирской платформы» [1979] и «Карте новейшей тектоники Сибирской платформы» [1979]. По ним определялись длина и ориентировка разрывных нарушений, установленных соответственно по геолого-геофизическим и геоморфологическим данным. Полученные значения разрывных нарушений и линеаментов были занесены на график (рис. 2). Видно, что принципиальных расхождений между разрывными нарушениями разного типа и линеаментами по их суммарной длине и ориентировке нет. Выделенные по космоснимкам линеаменты по этим параметрам имеют более широкий спектр, чем разрывные нарушения. Острый пик суммарных длин разрывных нарушений, выделенных по геоморфологическим данным, в интервале азимутов простираний 30—340°, по-видимому, связан с генерализацией отдельных элементов ландшафта. В результате анализа этих материалов за региональные были приняты линеаменты, которые по ориентировке образуют сопряженные системы: на юго-западном участке 40—70 и 330—340°; а на северо-восточном — 0—20 и 70—80°, а также 40—50 и 330—340°. Их суммарная длина составила 2095 км, или 23,4%, от общей длины всех линеаментов. Затем, исключив

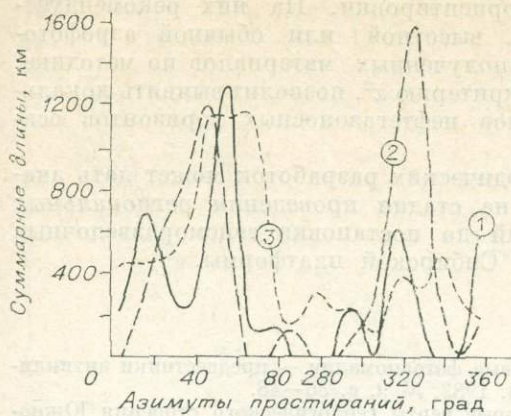


Рис. 2. Сопоставление суммарных длин и ориентировок региональных линейментов (1) с разрывными нарушениями, выделенными по геолого-геофизическим (2) и геоморфологическим (3) данным.

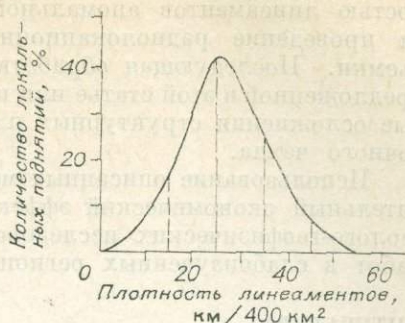


Рис. 3. Схема плотности линейментов аномальной ориентировки.

на основе которой построили схему их плотности (рис. 3). В ней также была учтена и плотность дуговых элементов.

При построении этой схемы изучаемая территория была разбита на квадраты с размером сторон  $20 \times 20$  км. В каждом из них подсчитывалась суммарная длина линейных и дуговых элементов. Полученные значения относились к центру квадрата, и методом «скользящего окна» в изолиниях строилась схема плотности линейментов аномальной ориентировки. На нее были вынесены все выявленные сейсморазведкой поднятия. Размер квадрата выбирался, исходя из их средней площади. Вопрос о необходимости учитывать при построении схемы плотность дуговых элементов не бесспорен. Анализ схем плотности линейментов аномальной ориентировки с дуговыми элементами и без них показывает их расхождение.

Следует отметить, что кроме схем плотности линейментов некоторые исследователи для анализа используют схему тектонической напряженности, величина которой получается при перемножении длин линейментов определенной ориентировки на их количество. Наши исследования показали, что между параметрами, характеризующими плотность линейментов ( $\Pi$ ) и тектоническую напряженность ( $V$ ), существует линейная зависимость, описываемая уравнениями:  $\Pi = 0,1V + 20$ ;  $5\Pi - 100 = V$ .

Для прогноза площадей, перспективных для поиска локальных поднятий, был построен график зависимости количества локальных поднятий от плотности линейментов аномальной ориентировки (рис. 4). Его анализ показывает, что распределение количества локальных поднятий по плотности линейментов с аномальной ориентировкой близко к нормальному: 72% локальных поднятий

приурочено к аномально высоким плотностям линейментов от 20 до 40 км, а 91% — от 10 до 40 км суммарных длин линейментов на  $400 \text{ км}^2$ .

Выявленная закономерность позволила на исследуемой территории выделить участки с оптимальной плот-

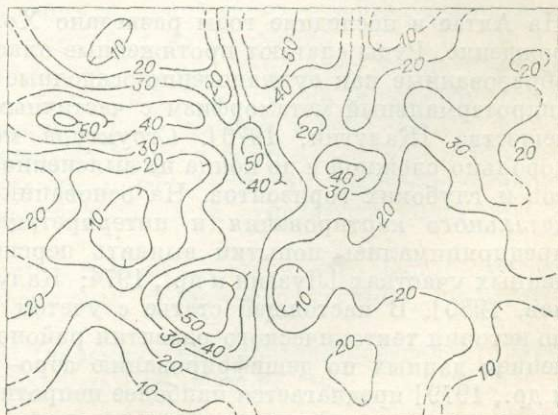


Рис. 4. Зависимость количества локальных поднятий от плотности линейментов аномальной ориентировки.

ностью линеаментов аномальной ориентировки. На них рекомендуется проведение радиолокационной, высотной или обычной аэрофото съемки. Последующая обработка полученных материалов по методике, предложенной в этой статье или по критерию  $x^2$ , позволит выявить локальные осложнения структурных планов нефтегазоносных горизонтов осадочного чехла.

Использование описанных методических разработок может дать значительный экономический эффект на стадии проведения региональных геолого-геофизических исследований до постановки сейсморазведочных работ в слабоизученных регионах Сибирской платформы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Амурский Г. И., Соловьев Н. Н. Кольцевые фотоаномалии — предвестники антиклинальных структур. — Сов. геология, 1982, № 9, с. 36—48.
- Богородский С. М., Лион Ю. А. Некоторые черты геологического строения Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области по данным дешифрирования космических снимков. — В кн.: Использование космической информации в нефтяной геологии. М., 1981, с. 96—106.
- Герасимов Л. М., Лускина В. Ю. Изучение тектонического строения Сибирской платформы на основе использования многозональных космических снимков. — В кн.: Дистанционные методы в геологических исследованиях. Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1980, с. 10—19.
- Карта новейшей тектоники Сибирской платформы/Под ред. И. П. Варламова. Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1979.
- Кильдошевский Е. И., Херасков Н. Н. Зарубежный опыт изучения трещинно-разрывной тектоники по аэрофотоснимкам. М.: изд. ВИЭМС, 1973. 31 с. (Обзор. Серия: Общая и региональная геология, геологическое картирование).
- Козлов В. В., Перминова В. Н., Сулидин-Кондратьев Е. Д. Применение дистанционных методов для решения различных геологических задач за рубежом. М.: изд. ВИЭМС, 1979. 40 с. (Обзор. Серия: Общая и региональная геология, геологическое картирование).
- Пятницкий В. К. Комплексная интерпретация космоснимков и геолого-геофизических материалов Сибирской платформы. — В кн.: Дистанционные методы в геологических исследованиях. Л.: ВНИГРИ, 1981, с. 53—66.
- Сондерс Л., Томае Г. Оценка рентабельности использования ЕРТС при поисках нефти и других полезных ископаемых. — В кн.: Геологические исследования из космоса. М.: МИР, 1975, с. 168—175.
- Старосельцев В. С. Тектоника базальтовых плато. — В кн.: Нефтегазоносность Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1981, с. 55—65.
- Тектоническая карта Сибирской платформы/Под ред. К. И. Микуленко, В. С. Старосельцева. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1979.

И. А. КАЛУГИН

## ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ХОЛЗУНСКОГО МАГНЕТИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

На Алтае в последние годы разведано Холзунское железорудное месторождение. Руды слагают протяженные пластовые и линзовидные залежи, образованные как вулканогенно-осадочные и претерпевшие впоследствии гидротермальный метаморфизм с частичным перераспределением рудного вещества [Калугин, 1976]. Структура месторождения представляется довольно сложной и до конца не выясненной, особенно в отношении флангов и глубоких горизонтов. На основании геолого-разведочных данных, детального картирования и интерпретации магнитных аномалий уже предпринимались попытки выявить перспективы оруденения на неизученных участках [Лузгин и др., 1974; Калугин, Трибунский, 1980; Коржнев, 1980]. В настоящей статье с учетом всех материалов, в том числе по истории тектонического развития района [Ажгирей, 1969], и с привлечением данных по дешифрированию аэро- и космофотоснимков [Грицюк и др., 1979] предлагается наиболее непротиворечивый, на наш взгляд, ва-

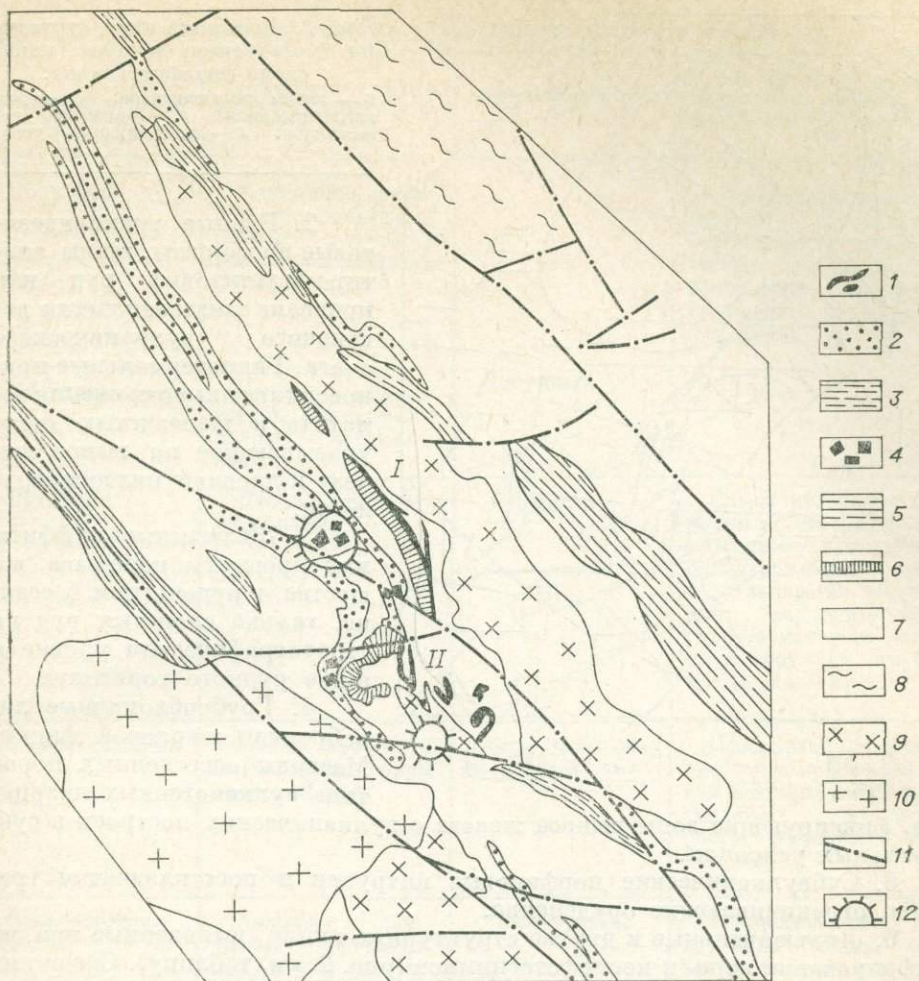


Рис. 1. Геологическое строение Холзунского рудного поля (по В. Н. Коржневу [1980], схематизировано).

1 — железорудные тела; 2 — рудные трахиандезитовые порфириты с содержанием ( $Fe_{вал}$  от 10 до 33%); 3 — гематитсодержащие туффиты ( $Fe_{вал}$  от 5 до 50%); 4 — туфолавы и грубообломочные брекчи жерловой фации; 5 — анкеритсодержащие туффиты ( $Fe_{вал}$  10—12%); 6 — известняки и карбонатно-туфогенные сланцы; 7 — рудовмещающие девонские породы: кератофиры, липаритовые порфиры, трахиандезитовые порфириты, туфы, туффиты; 8 — метаморфические сланцы нижнего — среднего палеозоя; 9 — диоритовые порфириты, альбититы — интрузивные субвулканические породы девонского возраста; 10 — граниты позднепалеозойские; 11 — разрывные нарушения; 12 — предполагаемые рудоносные вулканические аппараты. Участки: I — Перевальный, II — Тургунский.

риант формирования структуры месторождения. На качественном уровне решается вопрос о наличии руд в юго-западной части рудного поля и о возможности продолжения выявленных тел на глубину.

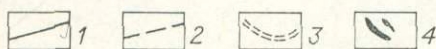
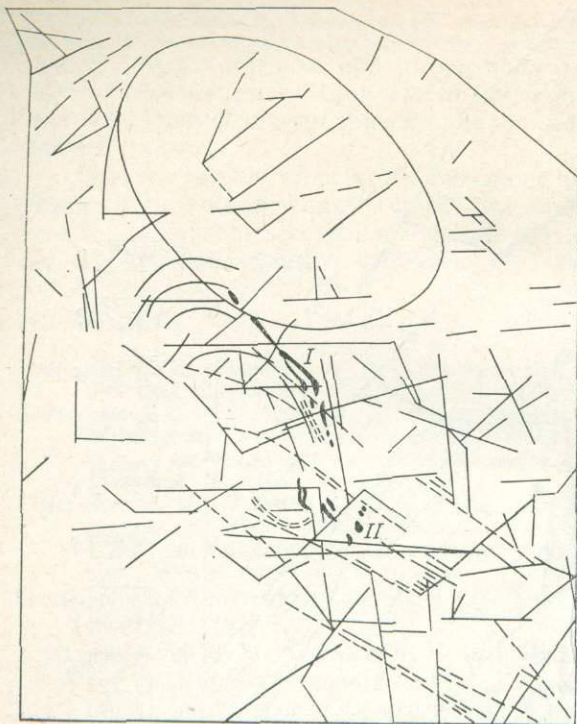
Холзунское рудное поле в горной системе Западного Алтая приурочено к центральной части так называемой Холзунской морфоструктуры. Она выделяется на картах и космических снимках в виде полосы шириной 5—7 км, вытянутой примерно на 30 км в северо-западном направлении. На юго-восточном окончании морфоструктуры железоруденение не прослеживается, а в северо-западной части отмечаются лишь мелкие рудопроявления.

Для расшифровки структуры и генезиса Холзунского месторождения важно изучение следующих основных геолого-структурных элементов (рис. 1).

1. Горизонт железных руд (первично вулканогенно-осадочного происхождения) с подстилающей карбонатной пачкой.

Рис. 2. Дизъюнктивные структуры Холзуевского рудного поля, схема дешифрирования.

1 — линии дизъюнктивов; 2 — зоны расланцевания; 3 — горизонты известняков; 4 — железорудные тела.



тов, фиксирующие зоны выноса железа с вулканических построек в субаэральных условиях.

5. Субвулканические порфировые интрузии и постскладчатые граниты, ограничивающие оруденение.

6. Дизъюнктивные и другие структурные линии, выявленные при дешифрировании аэро- и космофотоснимков (рис. 2, см. таблицу). Среди них рудоконтролирующее значение имеют:

а) широтные зоны в южной части месторождения (Тургусунский участок). Здесь зафиксированы широтное и северо-восточное простирание известняков и рудных тел, в которых слоистость пересекается северо-западной сланцеватостью под углом  $45-90^\circ$ ;

б) меридиональная зона Перевального участка. Здесь простирание рудной залежи отличается от северного и от южного флангов, что может указывать на блоковое строение рудного поля;

г) широтная зона Перевального участка. Здесь, как и на Тургусунском, к востоку от рудных тел (в правом борту р. Хайдун) наблюдается широтное и запад-северо-западное простирание пород. Слоистые туффиты смяты в открытые складки, имеющие падение шарнира к юг-юго-востоку. Субмеридиональная и северо-западная сланцеватость пересекает слоистость под углом около  $45^\circ$ ;

д) кольцевая (дуговая) вулканотектоническая структура с юго-западной стороны от рудных тел. Ее замкнутые контуры наиболее отчетливо проявлены на космофотоснимках. Ближе к периферийным дуговым линиям приурочены грубообломочные лаво- и туфобрекчии, а также массивы осветленных пород типа вторичных кварцитов. Большую часть площади данной кольцевой структуры составляют кератофиры и порфиры массивные, однородные, лавового облика. По всем признакам структура находится на месте вулканического аппарата типа кальдеры;

е) кольцевая «Хайдунская» морфоструктура в северо-восточной части рудного поля. В ее контуре заключены породы древнего фундамента (палеозойский континент, северо-восточная часть) и рудовмещающие девонские породы (юго-западная часть), а также субвулканические тела диори-

2. Рудные трахиандезитовые порфиры, жилы апатит-магнетитовых руд как признаки железозносности девонского вулканического очага. Гидротермальные приповерхностные отложения гематита и железистых яшм, указывающие на вынос железа к дневной палеоповерхности.

3. Железистые туффиты как продукты перемыва вещества в рудоносном бассейне, галька слоистых руд на стратиграфическом уровне и ниже рудного горизонта.

4. Грубообломочные лавобрекчии жерловой фации. Массивы осветленных пород типа вулканогенных кварцитов

Дизъюнктивные структуры Холзуновского рудного поля

Структурные линии	Геоморфологические элементы дешифрируемых линий	Относительный возраст	Геологическое содержание структурных линий и их рудоконтролирующее значение
Широтные	Комбинированные: уступы рельефа + речные долины + гребни водоразделов	Дорудный	«Просвечивающие» расколы фундамента; контролируют вулканические центры (в т. ч. рудоносные), являются границами фаций рудотложения
Меридиональные	Комбинированные: уступы рельефа + долины ± водоразделы		
Дуговые	Долины рек, уступы рельефа	Сорудный	Следы кольцевых трещинных зон над вулканическими купольными поднятиями или в связи с кальдерами обрушения; вероятные зоны гидротермального выноса железа из глубин к поверхности
Северо-западные	Гребни хребтов и водоразделов, гряды скал, ложбины	Сорудный, послерудный	Простирание и границы пластовых тел и зон расланцевания; направление тектонического растяжения рудных тел
Северо-восточные	Долины рек, гребни водоразделов, уступы рельефа	Послерудный	Трециноватость по границам блоков, связанная с поздними этапами горообразования

тов и липаритовых фельзит-порфиров. Предполагается, что морфоструктура образована над нескрытой интрузией.

В целом структурные линии по сравнению с современными мобильными вулканическими районами [Фомин, 1979; Методика..., 1980] образуют более регулярную сетку, а также содержат малораспознаваемые кольцевые структуры. В отличие от жестких щитов [Третьяков и др., 1981] здесь еще сохранились следы структур, контролирующих размещение рудоносных фаций, а также купольные поднятия над интрузивами.

Известные данные по геологии месторождения и его района позволяют наметить схему формирования магнетитового метаморфогенного оруденения, начиная от этапа седиментации во время девонского вулканизма и кончая внедрением пермских посторогенных гранитов.

1. Этап отложения рудных осадков в кальдерном морском заливе, расположенном в грабен-синклинальном прогибе между континентальной сушей (с северо-востока) и вулканической грядой (с юго-запада). Рудоносная пачка с карбонатами выклинивается к северо-западу и сменяется железистыми туффидами. К юго-востоку от месторождения намечается либо замыкание бассейна (широтная структура), либо его резкое расширение с переходом к условиям открытого моря, неблагоприятным для рудотложения.

2. Этап интенсивного синвулканического прогибания рудного бассейна вдоль оси северо-западного направления, внедрения субвулканических интрузий и «затвердевания» антиклинальных зон, сложенных вулканическими аппаратами.

3. Этап складчатости и инверсии территории, сопровождаемый пликативными деформациями и среднетемпературной перекристаллизацией пород рудоносного горизонта. Формирование сжатой «рудной» синклинали с опрокидыванием ее к юго-западу под давлением надвигающейся с востока континентальной глыбы. Слабые деформации (наклон) жестких зон, отвечающих вулканическим хребтам в подрудной и надрудной частях.

4. Горообразование с общим поднятием Холзунского рудного поля в виде узкого блока северо-западного простирания, ограниченного широтными разломами. Правосдвиговые приразломные деформации и формирование узких зон сланцеватости (в компетентных породах) и мелких складок с вертикальными шарнирами (в некомпетентных породах и рудах.) Окончательное расчленение рудного горизонта на тектонические линзы. Перераспределение рудного вещества за счет метасоматической альбитизации толщ в проницаемых вертикальных зонах.

5. Внедрение гранитов.

Выявленная специфика формирования руд в изученном блоке структурно-формационной зоны Западного Алтая достаточно резко отличает Холзунское месторождение от других участков с бедным и маломощным оруденением (Кульдинское, Коксинское, Коргонское проявления). Предлагаемая трактовка структуры месторождения исключает наличие аналогичного оруденения в юго-западном лежащем крыле руд, но не ограничивает перспективности глубоких горизонтов в всячем крыле — на севере Перевального участка.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ажгирей Д. Г. Тектономагматический и металлогенический анализ глубинного разлома области сопряжения Горного и Рудного Алтая. Автореф. канд. дис. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1969. 48 с.
- Грицков Я. М., Россихина З. С., Турбин В. А. Широтные и северо-восточные разломы Горного Алтая, характер проявления и отношение к оруденению. — В кн.: Геология и полезные ископаемые Алтайского края. Барнаул: изд. Геогр. общ. Алтайское отделение, 1979, с. 100—102.
- Калугин И. А. Метаморфизм и метасоматоз железных руд Холзунского месторождения на Алтае. Новосибирск: Наука, 1976. 102 с.
- Калугин И. А., Трибунский Е. Н. Структурная и вещественная неоднородность стратиформных магнетитовых месторождений Алтая. — В кн.: Рудная зональность и физикохимия гидротермальных систем. Новосибирск: Наука, 1980, с. 67—76.
- Коржнев В. Н. Распределение железооруденения в Холзунском рудном поле в Горном Алтае. — В кн.: Рудная зональность и физикохимия гидротермальных систем. Новосибирск: Наука, 1980, с. 76—79.
- Лузгин Б. П., Хафизов Г. Ф., Кац В. П. Структурно-тектонические условия локализации руд и перспективы Холзунского железорудного месторождения. — В кн.: Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железооруденения Алтае-Саянской области. Ч. II. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1974, с. 55—63.
- Методика геологической съемки древних вулканов/Донских В. В. и др. М.: Недра, 1980. 278 с.
- Фомин В. И. Фотогеологическое изучение вулканических поясов. М.: Недра, 1979. 214 с.
- Третьяков Г. А., Михайлов Ю. Я., Калугин И. А. Дизъюнктивная тектоника и структурный контроль железооруденения в Чаро-Токшинском районе Якутия. — Геол. и геофиз., 1981, № 7, с. 37—42.

В. Н. ЕФРЕМОВ, Г. П. СТАРКОВ, В. И. ГРИГОРЬЕВ

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ШЕРЕГЕШЕВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНАЯ ШОРИЯ) В СВЕТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ И НАЗЕМНЫХ МЕТОДОВ ЕЕ РАСШИФРОВКИ

Шерегешевское железорудное месторождение находится на водоразделе рек Таенза и Уазас, которые входят в бассейн р. Мрассу. Первые работы по исследованию структуры Шерегешевского рудного поля проведены

Г. Л. Поспеловым, С. С. Лапиным, В. Г. Корелем, А. Г. Володиным и другими геологами еще в 1947—1951 гг. В результате на территории Горной Шории и Кузнецкого Алатау были выделены региональные тектонические зоны двух типов: 1) глубинные разломы, контролирующие магматизм и железуруденение и сопровождающиеся явлениями тектонического течения и затягивания (Ташелгино-Кондомская рудная зона); 2) региональные сетчато-трещинные взаимопересекающиеся зоны, впоследствии названные Г. Л. Поспеловым геотектонической решеткой.

Шерегешевское рудное поле сложено альбитофировой вулканогенно-осадочной формацией, представленной свежими и скарнированными, а местами ороговикованными альбитофирами, среди которых залегают полоса туфогенно-осадочных пород с линзами мраморизованных известняков и доломитов кембрийского возраста. Простирание толщи восточно-юго-восточное с меняющимся падением на юго-юго-запад под углом 30—70°. С юга толща прорвана Шерегешевским сиенитовым массивом, а с северо-востока — Сарлыкским гранитным плутоном. К контакту вулканогенно-осадочной толщи с сиенитовым интрузивом и приурочено Шерегешевское месторождение. Рудная зона имеет сложное строение — она состоит из семи рудных участков и многочисленных рудных тел, отделенных друг от друга магнезиальными и известковыми скарнами.

По поводу рудокалализующих структур нет единого мнения. Г. Л. Поспелов считал, что рудные залежи приурочены к южному крылу антиклинали с осью, погружающейся на юго-юго-восток под углом 40—50°, о чем говорит смена падения карбонатного горизонта с северо-востока на юго-восток. В. П. Орлов считал, что разломы ограничивают кальдерообразную депрессию Кондомского железурудного района, сопряженную с Шерегешевской вулканокупольной структурой и выполненную щелочными вулканитами.

Авторами настоящей работы расшифровка структуры Кондомского района в пределах Шерегешевского рудного поля делается на основе анализа материала космических снимков, магнитометрических съемок и структурного картирования подземных горных выработок, глубина которых достигает 450 м.

Методика работы состояла в просмотре ряда космических снимков, на основании которых была составлена схема (рис. 1). Данные дешифрирования сопоставлялись с картами магнитного поля, с геологической картой района и с геологическими планами разных горизонтов месторождения. Во время полевых работ непосредственно на местности проверялись выделенные линеаменты.

Территория Кондомского железурудного района относится к горнотаежному типу ландшафта с сильно расчлененным рельефом, и в связи со слабой его обнаженностью дешифрирование снимков сильно осложнено. В то же время характер и степень расчлененности рельефа не только позволяют выявить различные морфоструктурные элементы, но и служат показателями структурно-литоморфных особенностей геологических объектов. Были изучены такие характеристики рельефа, как характер и рисунок мелкой и эрозийной сети, морфология склонов и гребней водоразделов. В процессе составления схемы были сделаны промежуточные карты спрямленных участков речных долин и проведен морфоаномальный анализ геофизических карт.

Все вышесказанное позволило выделить два ранга систем линеаментов: системы, совпадающие с региональными системами нарушений, выделенными ранее по геологическим данным (такими как Ташелгино-Кондомский глубинный разлом); системы, установленные впервые и относящиеся к категории неявно выраженных сквозных зон трещиноватости горных пород.

Определяющим тектоническим элементом в локализации Шерегешевского рудного поля является Ташелгино-Кондомский разлом. Г. Л. Поспелов [1957] полагал, что главным структурно-тектоническим элементом в районе Шерегешевского месторождения являются два больших и про-

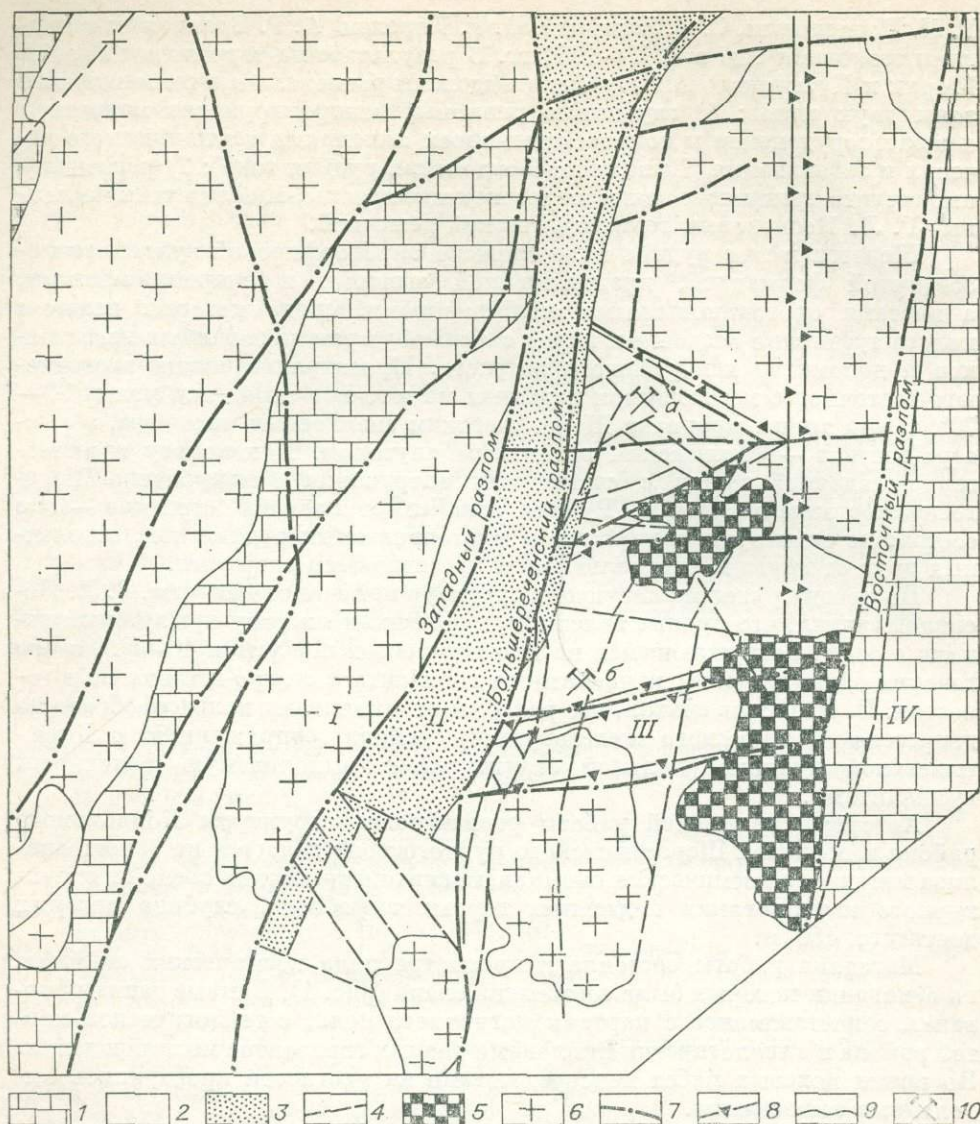
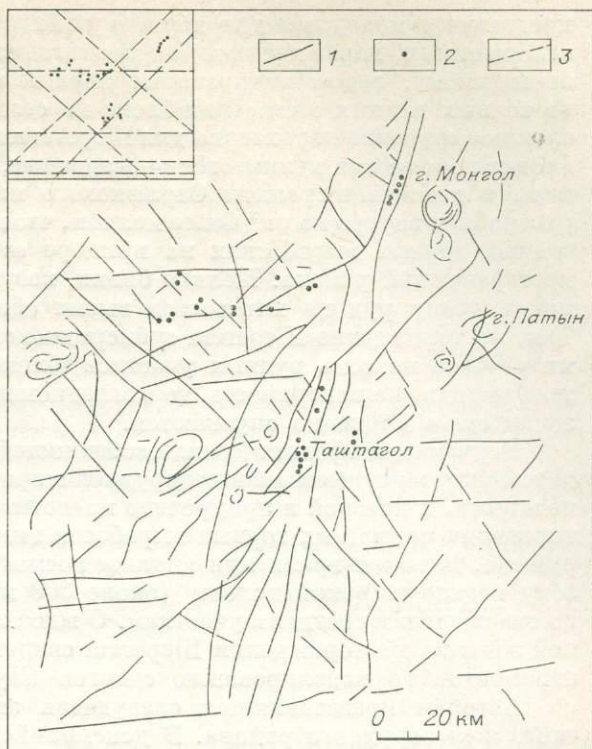


Рис. 1. Морфоструктурная схема центральной части Кондомского железорудного района. Построена по данным дешифрирования космических снимков с привлечением геологической карты, составленной Н. В. Голдаевым, Е. Р. Фроловым, М. П. Тараймович. 1 — карбонатно-кремнистая толща протерозоя; 2 — вулканогенно-осадочная толща кембрия; 3 — песчано-алевролитовая толща суровика; 4 — тектонические нарушения, выявленные при наземной геологической съемке; 5 — массивы сиенитов (кембрия); 6 — массивы биотитовых гранитов (девон); 7 — элементы тектоники, выделенные при дешифрировании аэрокосмофотоматериалов; 8 — осевые линии аномалий магнитного поля; 9 — геологические границы; 10 — железорудные месторождения: а — Шерегеш, б — Шалым. Блоки: I — Мустагский, II — Центральный, III — Шерегешевский, IV — Танзинский.

тяженных краевых параллельных разлома, оконтуривающих подвижную зону и ряд мелких оперяющих зон. Наличие этих меридионально вытянутых разломов, между которыми находится Кондомский железорудный район, доказывается многочисленными фактами. Это фиксируется наличием вдоль разлома зоны брекчирования и смятия, небольших тел порфириров и гранитов вытянутых вдоль дизъюнктивов. Западный разлом проходит по контакту древних протерозойских пород енисейской свиты с массивом гранитов, мощность зоны брекчирования до 30 м. Зона разлома четко трассируется девонскими интрузиями кислого состава. Восточный разлом проходит внутри кремнисто-доломитовой толщи протерозоя. Он проявляется в виде обохренных зон дробления и подчеркивается карстовыми образо-

Рис. 2. Карта осевых линий положительных магнитных аномалий Горной Шории (по материалам В. А. Ашуркова). 1 — осевые линии магнитных аномалий; 2 — скарново-магнетитовые месторождения; 3 — границы геотектонической решетки. На врезке элементы геотектонической решетки.



ваниями, а также прямолинейными контактами Сарлыкского и Таензинского гранитоидных массивов. Авторами кроме Западной и Восточной зоны при дешифрировании космических снимков установлена средняя ветвь Ташелгино - Кондомского глубинного разлома, пересекающая ордовикские песчано-глинистые отложения. Она названа Большереченской. На снимке зона четко фиксируется по фототону.

Количественная интерпретация поля силы тяжести [В. П. Сучков и др., 1974] показывает, что Западная и Восточная ветви глубинного разлома являются сбросами с субвертикальной плоскостью сместителя. Амплитуда вертикального смещения составляет около 4—5 км. Три тектонические ветви, образуя два массивных клина, сходятся в районе пос. Светлый Ключ, который расположен в 50 км севернее месторождения Шерегеш. Это подтверждается и выходами линейно вытянутых массивов габбро-диоритового состава. К узлу тектонических зон приурочен массив кембрийских (?) гранитоидов. Именно в районе пос. Светлый Ключ можно наблюдать тектоническое ответвление, контролирующее железоруденение месторождений Темир-Тельбесской группы. Общий рисунок глубинного разлома в пределах Горной Шории четко фиксируется в магнитном поле (рис. 2). Причем выделяются элементы тектонической решетки, впервые показанной Г. Л. Поспеловым. Все железорудные месторождения Кондомского железорудного района располагаются в узлах сопряжения северо-западной, северо-восточной и широтной зон повышенной трещиноватости, что является для данного района общим критерием для выявления перспективных площадей на железо.

В целом Ташелгино-Кондомский разлом представляет собой грабен-синклираль, которая осложнена Большереченским разломом и опережающими тектоническими нарушениями.

При анализе космоснимков и геофизических карт авторами установлено блоковое строение района. Намечены границы одного большого блока, который, в свою очередь, разбивается на серию более мелких. В его пределах оказываются рудные поля Шерегешевского и Шалымского месторождений. Этот блок выделяется при анализе карты поля силы тяжести в виде крупной по площади и интенсивной по напряженности отрицательной аномалии, названной В. А. Ашурковым Большой Кондомской. Кондомский грабен меридиональными региональными разломами расчленен на четыре крупных блока. Западный (Мустагский) блок I сложен относительно прочными горными породами (граниты г. Мустаг), возраст которых точно не установлен. Центральный блок II верхней части

представлен молодыми для данного района ордовикскими терригенными отложениями, характерными для мелководной фации. В основании блока, по-видимому, лежат интрузивные породы и породы эффузивной серии, но точных данных о строении блока на сегодняшний день нет. Наиболее сложное строение характерно для Шерегешевского блока III. В его состав входят породы как вулканогенно-осадочные, так и интрузивные. Это слениты и девонские граниты Сарлыкского плутона. Шерегешевский блок раздроблен внутри на ряд более мелких, что можно отчетливо видеть в подземных горных выработках на примере обрабатываемых железорудных месторождений района. Мелкие блоки, несущие в себе рудное вещество, при падении руд на юго-восток имеют общее склонение на юго-запад. Так, месторождение Шерегеш субмеридиональными тектоническими зонами разбито на семь рудных участков (блоков). Если на востоке рудные тела выходят на поверхность, то в западном направлении по тектоническим зонам они постепенно опускаются.

Изучение морфологических особенностей скарново-рудной зоны наводит на мысль о существовании дорудной широтной зоны повышенной трещиноватости, к которой и приурочено магнетитовое оруденение. Но при картировании подземных горных выработок никаких следов ее не было обнаружено. В то же время при анализе космофотоматериалов мы видим эту зону в виде широкой полосы (около 800 м), осветленной по фототону по отношению к соседним участкам. О возможности существования широтной зоны на месторождении Шерегеш свидетельствуют и результаты экспериментов по моделированию сдвигов [Лучицкий, Бондаренко, 1981].

Авторам представляется следующая эволюция структуры Кондомского железорудного района. В докембрийскую эпоху был заложен грабен, возникший в пределах Ташелгино-Кондомского глубинного разлома; при этом образовались три клинообразных блока: Мустагский, Таензинский и Центральный — Шерегешевский. Крайние Западная и Восточная тектонические ветви представляли собой сбросы. В кембрии формировалось Шерегешевское месторождение в сложной тектонической обстановке в пределах грабена. Первое время территория будущего рудного поля испытывала двустороннее сжатие со стороны Мустагского и Таензинского блоков (рис. 3, а). Потом план деформации изменился, и началось растяжение. При этом в результате новых тектонических подвижек образовался Большереченский разлом (рис. 3, б). Он расколол большой клинообразный блок на два более мелких: Центральный и Шерегешевский. Причем по средней тектонической ветви (Большереченское нарушение) произошло погружение блоков навстречу друг другу, что подтверждается общим ступенчатым погружением блоков с рудными телами месторождения Шерегеш на юго-юго-запад и современным положением ордовикских толщ, вне рудного поля имеющих падение на юго-юго-восток (см. рис. 3, а). В то же время в подземных выработках мы видим падение песчано-глинистых отложений на юго-запад. Все эти движения, которые сформировали структурный облик месторождения, закончились после девона, так как еще в девонское время вулканогенно-осадочная толща кембрия была прорвана Сарлыкским гранитным плутоном, имеющим в плане куполообразную структуру. Именно при этом и образовались все радиальные нарушения рудного поля, часть которых подновила дорудные трещины, а другая часть образовала новые. В это же время произошло перемещение мелких блоков скарново-рудной зоны (см. рис. 3, г).

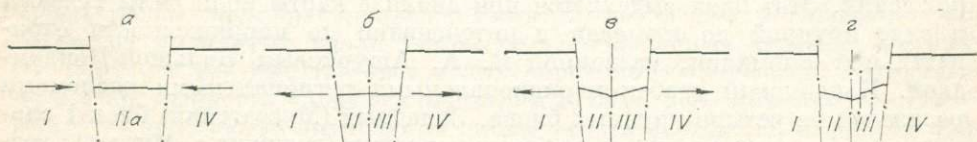


Рис. 3. Эволюция Кондомского грабена (пояснения в тексте).

Таким образом, весь комплекс дистанционных и наземных методов позволил авторам представить обобщенную схему эволюции структуры в пределах Шерегешевского рудного поля и сделать следующие выводы: 1. Район имеет блоковое строение. 2. Все рудные проявления Кондомского железорудного района располагаются в узле сопряжения северо-восточной, северо-западной и широтной зон трещиноватости, а также в зоне сдвига между Мустагским и Таензинским блоками. 3. Локальная структура Шерегешевского рудного поля является комбинацией элементов региональной зоны растяжения, точно установленной при дешифрировании космоснимков и смещений мелких блоков, вызванных внедрением послерудной интрузии гранитов Сарлыкского плутона.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Лучицкий П. В., Бондаренко П. М. Поля напряжений флексур и разломов. — В кн.: Основные структурные элементы земной коры на территории Сибири и их эволюция в докембрии и фанерозое. Новосибирск: Наука, 1981, с. 86—97.
- Поспелов Г. Л. Структурно-геологические закономерности размещения железорудных районов Алтае-Саянской области. — Изв. вост. филиалов АН СССР, 1957, № 3, с. 12—26.
- Сучков В. П., Мамонтов Н. Ф., Ашурков В. А. Некоторые особенности тектонического строения Кондомского железорудного района по геофизическим данным. — В кн.: Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области. Ч. II. Новосибирск: Наука, 1974, с. 106—118.

О. Г. КОНОВАЛОВА

#### К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ АСТРОБЛЕМ В КУЗНЕЦКОМ АЛАТАУ

Наземным геолого-геофизическим картированием и дешифрированием телевизионных космических снимков в Кузнецком Алатау выделяется большое число линейных, кольцевых, или дугообразных, нарушений. Дизъюнктивы и ограниченные ими блоки пород различаются по размеру, морфологии, интенсивности и времени образования.

Л и н е й н ы е (прямолинейные и дугообразные большого радиуса) нарушения «разбивают» регионы на субквадратные, клиновидные и сегментарные блоки. Среди линейных выделяются системы крупных (сотни километров) ярко выраженных (относительно молодых) лежащих на стыке регионов и слабее выраженных (древних — РР—Е) региональных и глобальных разломов, а также системы мелких нарушений, окаймляющих блоки с размерностью в десятки и первые сотни километров.

К о л ь ц е в ы е разломы отвечают субвулканическим постройкам, куполовидным поднятиям над интрузивами, зонам деформаций в углах сопряжения крупных линейных разломов, изометричным глыбам фундамента.

Наибольший интерес с точки зрения возможного метеоритного или астероидного происхождения [Дитц, 1964; Зейлик, Сейтмуратова, 1974; Коновалова, 1978; 1981; Метеоритные структуры..., 1979] представляют две изометричные структуры в центральной части Кузнецкого Алатау (рис. 1), одна из которых как наиболее яркая и детально закартированная нами, описывается ниже.

Структура гор Чемодан — Становой Хребет — Бол. Медвежья (рис. 2) имеет в плане форму зонального незамкнутого асимметричного эллипса (8×5 км) и наклонной к северу слоистой чаши, или воронки, в разрезе. Из-за наклона слои, обладая параллелизмом границ, образуют дуги, обращенные открытой стороной к северу и замкнутой — к югу.

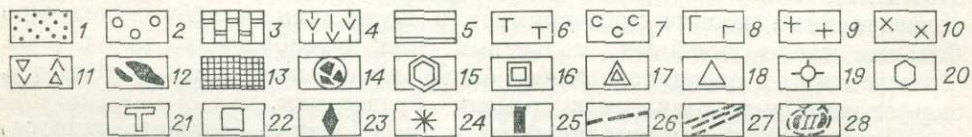
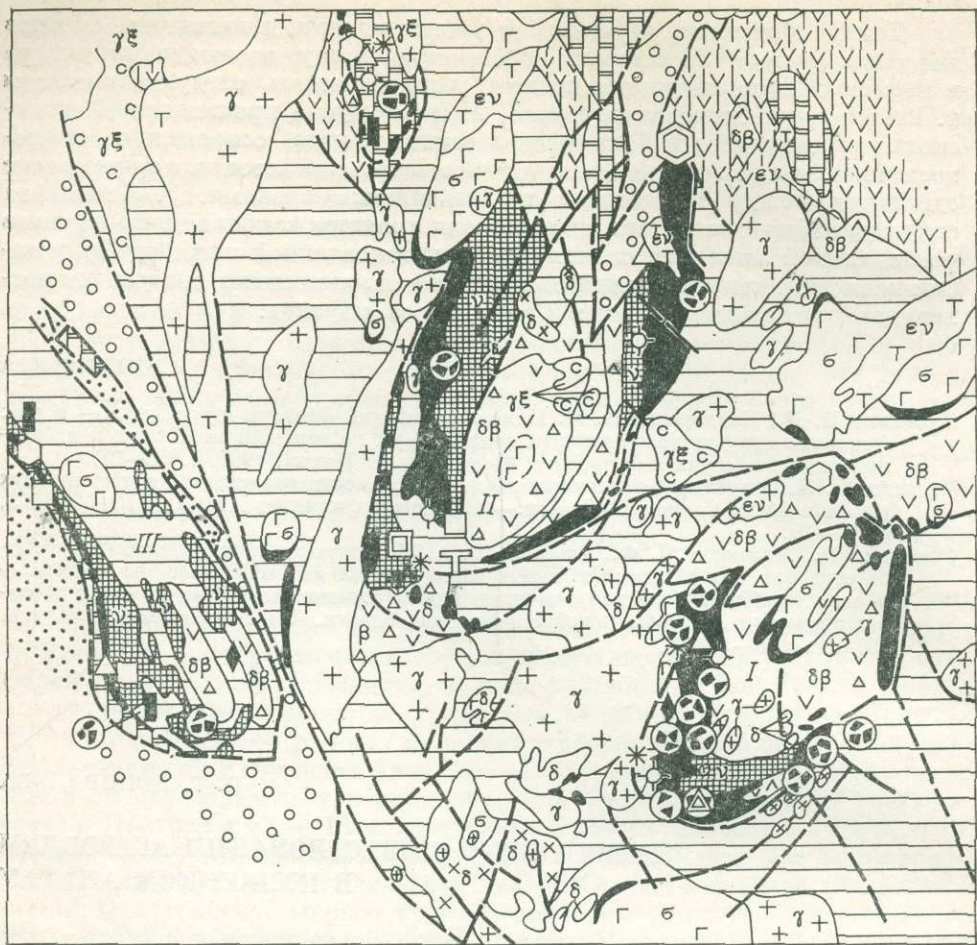


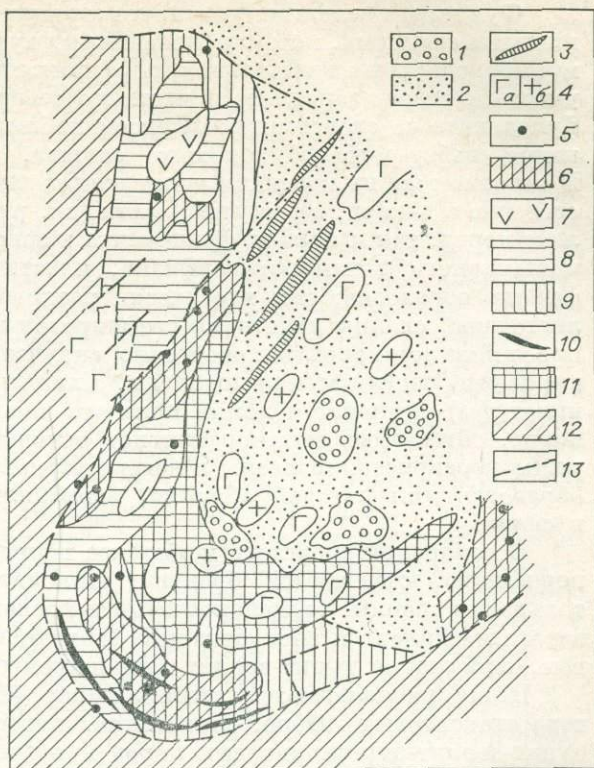
Рис. 1. Общая схема геологического строения района исследований.

Осадочно-вулканогенные толщи (PZ—T): 1 — осадочно-вулканогенные отложения Кузбасса (D<sub>1-2</sub>); 2 — порфириты, лавобрекчи, туфы, туфопесчаники, туфоконгломераты (C<sub>1</sub>); 3 — мраморы, известняки с прослоями сланцев, песчаники, эффузивы, PR<sub>2</sub>—C<sub>1</sub>; 4 — метаморфические сланцы по эффузивам, туфам, линзы, блоки известняков, углисто-кремнистых сланцев, кварцитов; в верхах — алевролиты, песчаники, мелкообломочный конгломерат, PR; 5 — кальцифиры, известняки с прослоями кварц-серцит-хлоритовых, углстых; ниже кварц-плагноклазовые гнейсы, метаморфизованные эффузивы, парасланцы и плагноклазовые ортогнейсы, у кольцевых структур аутигенные брекчи. Магматические комплексы и группы PZ: 6 — нефелиновые и щелочные сиениты; 7 — граниты, плагнограниты, граносиениты, сиениты, диориты; 8 — габбро-диорит-пироксенитовый комплекс; 9 — гранитоиды, габброиды, гранитогнейсы; 10 — габбро-плагнограниты; 11 — породы габбро-диорит-диабазового состава; 12 — гипербазиты; 13 — габброиды; 14 — брекчи взрыва. Полезные ископаемые. Месторождения: 15 — магнетит-брейнерита, 16 — никеля, 17 — хромита. Рудопроявления: 18 — хромита, 19 — хризотил-асбеста, 20 — магнетит-брейнерита, 21 — талька, 22 — никеля; 23 — медного колчедана; 24 — благородного серпентина, 25 — ртути. Прочие обозначения: 26 — тектонические нарушения, разломы, тектонические контакты; 27 — зоны смятия; 28 — астроблемы: I — гор Чемодан — Становой Хребет, II — горы Медвежьей, III — Кожух — Пезасская.

Центральная часть структуры понижена, местами заболочена, содержит мелкие озера, а также небольшие поднятия. Бортами предполагаемого кратера служат водораздельные гребни гор Бол. Медвежья, Становой Хребет и Чемодан. Гребни прорезаны каньонообразными долинами радиально расходящихся речек и сезонных водотоков, берущих начало в центральном понижении и впадающих в реки Ивановку, Кию, Нов. Терсь. Превышение наивысших точек гребней над центральным по-

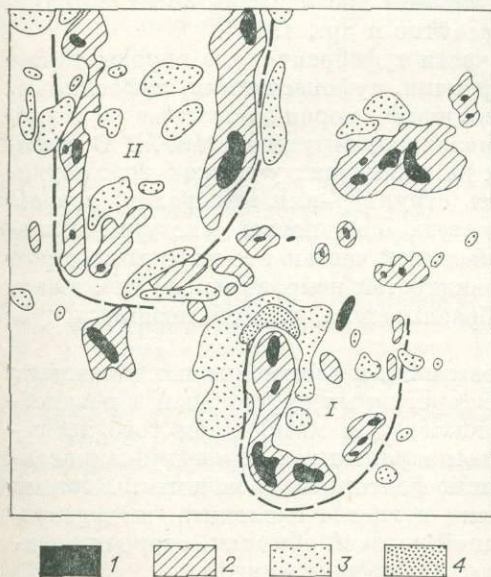
Рис. 2. Геологическая карта астроблемы I — гор Чемо-дан — Становой Хребет.

1 — озерно-болотные отложения; 2—4 — аллогенные брекчи, импактиты и перекрывающие образования; 2 — брекчированные эффузивидные и дайкообразные породы габбро-диорит-диабазового состава; 3 — дайкообразные тела эффузивидных и жильных брекчиевых пород, отвечающих по составу габбро-диабазам, порфиритам, сиенитам, кератофитам, олигоклазит-порфирам и др., радиальные и тангенциальные трещины, заполненные кварц-хлоритовой псевдотахилитовой брекчией или эруптивной брекчией со стеклом; 4 — штоко-, гнездообразные тела псевдомагматических пород; 5 — габброиды, 6 — гранитоиды; 5 — участки развития аллогенных брекчий и наиболее интенсивного проявления брекчий взрыва. Гипербазиты: 6 — дуниты (равномерно-, среднезернистые, с реликтовой структурой перидотита, пегматоидные, углистые); 7 — гарцбургиты; 8 — серпентиниты; 9 — сландеовато-полосчатый дунит-верлит-клиношироксенитовый комплекс; 10 — оливин-антигоритовые гнейсовидные породы; 11 — габброиды, гнейсы, сланцы фундамента, блоки гипербазитов; 12 — вмещающий астроблему метаморфический комплекс; 13 — дизъюнктивы.



нижением достигает 500 м. Следует сказать, что описываемый район относится к горно-расчлененной части Кузнецкого Алатау с абсолютными отметками до 1500 м, поэтому морфология и многие детали строения описываемой структуры в значительной степени уничтожены облитерацией. Вместе с тем наличие глубоких скалистых каньонов, каров и рвов создало возможность изучить другие не менее важные для расшифровки структуры элементы ее геологического строения.

Детальных гравиметрических работ в районе не проводилось, магнитные же аномалии имеют изометричное дуговое строение (рис. 3) с мозаичным характером магнитного поля. Участки положительного поля



интенсивностью до 13 тыс. гамм чередуются с отрицательными, что, по мнению геофизиков, свидетельствует о блоковом строении и неглубоком (порядка 1—4 км) залегании возмущающих масс. Контакты слоев падают центри-клинально вовнутрь чашеобразной структуры. В верхней части они крутые, но затем резко выполаживаются. Это отчетливо наблюдается также по рельефу при геологическом картировании.

Рис. 3. Магнитное поле  $\Delta T_a$  района I и II астроблем в центральной части Кузнецкого Алатау.

Магнитные аномалии со значениями поля  $\Delta T_a$ : 1 — (+) 3000; 2 — (+) 500 — 0; 3 — (—) 500 — 0; 4 — (—) 1000 — 500. Штрих — контуры астроблем.

Фундамент сложен кремнисто-серицит-хлоритовыми, углисто-кремнистыми сланцами, метаморфизованными туфами, филлитами с прослоями мраморизованных известняков, порфиритоидов и дайками. На отдельных участках северо-западного и частично северо-восточного контакта пород фундамента со слоистым комплексом наблюдаются инъекционные гнейсы кварц-альбит-роговообманкового состава, горнblendиты, амфиболиты. В основном же их контакты носят напряженный тектонический характер, особенно в южной, замкнутой, части (см. рис. 1, 2). Как слоистый комплекс пород, так и породы фундамента в зоне их сопряжения несут следы интенсивного динамометаморфизма, пластических деформаций, твердофазных переходов; они хаотически раздроблены, рассланцованы и разлистованы, сланцы участками сгофрированы, причем заключенные в них прослойки мраморов вихреобразно скручены, а кварцевые жилы будинированы, изогнуты и расщеплены. Сланцы (часто это метаморфизованные туфы) содержат обломки полевого шпата и труднодиагностируемых пород, обтекаемых метаморфической основной массой. Обломки эти нередко перекристаллизованы в неясно зернистый агрегат альбита с новообразованиями роговой обманки, неправильных зерен граната, кварца и сфена.

В основании слоистого комплекса пород, выполняющих кратер и его периферию, отмечаются брекчии, милониты, листоватые хлоритовые, тальковые сланцы, тонкополосчатые туфосланцы с микрожилками стекловатого материала и антигоритовые сланцы, гнейсовидные кварц-хлоритовые, полосчатые дунит-верлит-клинопироксеновые породы.

Выше располагаются тектонические блоки, линзы, лентообразные тела атакситовых габбро, оливинитов, дунитов, перидотитов, полосчатых дунит-верлит-пироксенитовых пород и полосчатые габброиды с тектоническими включениями пород фундамента. Эти образования, состоящие из разнородных по составу и разновеликих тектонических блоков, напоминают хорошо известные нам по Пошигайскому кратеру аллогенные брекчии [Масайтис и др., 1975].

Центральная часть структуры выполнена туфобрекчиевыми эффузивовидными породами (зювитами?), содержащими большое количество штоко- и дайкообразных тел, по составу близких к пироксенитам, габбро, диоритам и гранитам. В структурно-текстурном отношении они настолько непостоянны, что в одном и том же обнажении нередко соответствуют, например, среднезернистому габбро, порфириту и диабазу. Пестрота, кристаллокластическое строение, множество резорбированных, ксенолитоподобных включений не позволяют отнести их к магматическим образованиям. Специфика описанных пород склоняет нас к мысли об их импактном петрогенезисе [Мэйсон, 1965, Масайтис и др., 1975].

Преобладающие в центральной части туфобрекчиевые породы также специфичны. Они напоминают туфобрекчии, туфопесчаники, туфосланцы, пепловые слоистые образования, гнездовые, воронкообразные и жилоподобные тела брекчий взрыва [Жоновалова, Прусевич, 1977]. В туфобрекчиевых эффузивовидных породах на небольших участках можно увидеть определенную ориентированность структур или минералов, а чаще всего они имеют атакситовую, пятнистую, брекчиевую текстуры. Минеральный состав их разнообразен, но большей частью это породы среднего состава. Форма тел отдельных разновидностей неправильная, гнездовая, но преобладают пластовые, будинообразные тела, располагающиеся субпараллельно или веерообразно.

Брекчии взрыва состоят из разновеликих и разнообразных по составу обломков окружающих пород, сцементированных туфовидным и раздробленным до дисперсного состояния стекловатым материалом того же состава, в той или иной степени карбонатизированным, серпентинизированным (керолит), хлоритизированным или флогопитизированным. Местами в составе брекчий участвуют прожилки и гнезда сколецита, жадеитизированного диопсида, альбита и щелочной роговой обманки, оторочки пеннина, включения муассонита, когенита, сульфиды никеля.

Крупные включения имеют округлую сглаженную форму, мелкие — щебне-, щепо-, игловидную, микролитовую, пелитовую. Ориентировки и упорядочения включений в пространстве не наблюдается, но иногда заметно чередование крупнообломочного материала с мелкообломочным. Включения пород и минералов корродированы. Кристаллы минералов раздроблены и растянuty в основной массе в виде звездчатых агрегатов, встречаются оплавленные зерна кварца. Все сказанное в сочетании с характером взаимоотношения брекчий с веерообразно раздробленными, развальцованными, буднированными вмещающими породами, присутствие высокобарических минералов, стекловатого базиса и его ультрамилоновый характер и в то же время пористо-кавернозное, пузыристо-скорлуповое строение показывают, что при формировании брекчий большое давление сочетается с последующим резким его падением, вызывающим разброс, растрескивание, разрыхление материала. Процесс этот, нам кажется, сопровождается повышением температуры, о чем свидетельствуют участки стекловатого и спекшегося базиса, развитие псевдовулканических пород. Колоссальные разрушительные действия, какие видны на примере аллогенных брекчий, могут быть связаны только с мощными взрывами, соответствующими выпадению метеоритов или астероидов.

Все члены слоистого комплекса депрессионной структуры гор Чемодан — Становой Хребет рассечены тангенциальными и радиальными прямолинейными трещинами (1—10 м мощностью), заполненными брекчиями эруптивного характера крайне невыдержанного состава, а также породами, напоминающими долериты, щелочные гранофиры, плагиоклазиты, лампрофиры. Слагающие их минералы резко различаются размерами зерен: участки скрытокристаллического строения чередуются с участками средне- и крупнозернистыми в одном образце. Вкрапленники часто представлены обломками пород или кристаллов и их сростками, неравномерно распределенными в стекловатой или хлоритовой основной массе. Приведенная характеристика этих оригинальных трещинных заполнений дает нам основание сопоставить их с импактитами.

Таким образом, описанная структура, как нам представляется, несет многие черты астроблем: кратерообразную форму и строение, бортовое поднятие и остатки кольцевого вала, характерные дуговые магнитные аномалии, наличие зон дробления, аллогенных и взрывных брекчий, пластические деформации и следы плавления, присутствие стеклосодержащих и псевдотахилитовых пород, жадеинтизированного диопсида, включения таких специфических минералов, как муассонит, когенит, цеолиты.

Однако для того, чтобы подтвердить выдвинутое предположение, необходимы дополнительные специальные исследования, сопровождаемые анализом космической фотоинформации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Дитц Р. С. Океанические впадины обусловлены выпадением астероидов (новая гипотеза). — В кн.: Рельеф и геология дна океанов. М.: Прогресс, 1964, с. 186—194.
- Зейлик Б. С., Сейтмуратова Э. Ю. Метеоритная структура в Центральном Казахстане и ее магмоконтролирующая роль. — Докл. АН СССР, 1974, т. 218, № 1.
- Коновалова О. Г. Включения в минералах ультраосновных пород и некоторые вопросы их генезиса. — В кн.: Генетическая минералогия. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1978, с. 66—86.
- Коновалова О. Г. Базит-гипербазитовые ассоциации Кузнецкого Алатау и Салаира и некоторые вопросы их генезиса. Тезисы докладов на Всесоюзном симпозиуме по проблеме «Эволюция офиолитовых комплексов». Свердловск, 1981, с. 33—35.
- Коновалова О. Г., Прусевич Н. А. Дунит-гардбургитовые массивы Кузнецкого Алатау и Салаира. Новосибирск: Наука, 1977. 165 с.
- Масайтис В. Л., Михайлов М. В., Селивановская Т. В. Попигаевский метеоритный кратер. М.: Наука, 1975. 124 с.
- Метеоритные структуры на поверхности планет. М.: Наука, 1979. 205 с.
- Мэйсон В. Метеориты. М.: Мир, 1965. 305 с.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОИНФОРМАЦИИ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ИЗУЧЕНИИ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ

Тематическое картирование обширных районов Сибири, Средней Азии требует тщательной и разнообразной автоматизированной обработки аэрокосмической фотоинформации. Комплексные структурно-геоморфологические исследования с применением телевизионных космических снимков, полученных с искусственных спутников Земли системы «Метеор» становятся первоочередной задачей при сейсмических исследованиях и изучении новейшей тектоники [Ананьин, Трифонов, 1976; Зятькова, 1980]. Тематическое картирование, связанное с составлением космофото-геологических, космофототектонических, дежурных экзодинамических карт, отражающих динамику современных экзогенных процессов, — все это требует выработки легенд с учетом поставленных задач и специфики картирования. При составлении тематических карт указываются номера витков, сезон и время съемки. Это условие необходимо для более точных и взаимопроверяемых дешифровочных признаков, так как исследователи, работая с одними и теми же снимками, часто приходят к разным заключениям, поэтому должны проводиться наземные комплексные проверочные подспутниковые исследования — это второе необходимое условие для эффективного проведения тематического картирования.

Использование космической фотоинформации при составлении специальных атласов требует объединения исследователей (геологов, геоморфологов, геоботаников, почвоведов и др.). Для составления специальных космофотокарт Сибири использовались материалы сезонных телевизионных съемок. При этом были выделены спрямленные элементы по геолого-геофизическим данным; по ландшафтным данным, связанные с природно-климатической зональностью. Кроме того, выделены изометрические образования, приуроченные к реликтовым озерным впадинам, замкнутым бассейнам, к интрузиям. Составление опытно-методических карт на хорошо изученные районы позволит в дальнейшем шире использовать космическую информацию при тематическом картировании сейсмичности и новейшей тектоники.

При дешифрировании космических снимков Алтае-Саянской горной области, ее структурных особенностей и новейшей тектоники необходимо учитывать степень «фотогенности» объектов и явлений, которая меняется в зависимости от среды и состояния процесса, от технических условий и времени съемки. Фотогенные свойства исследуемых объектов изучены еще мало. Лучше всего они просматриваются на весенне-осенних снимках. Так, четко выделяются границы впадин: Убусунурской, Бийско-Барнаульской, Кузнецкой, Минусинской (см. Приложение, фото 7). Анализ и обработка разновременных аэрокосмических материалов позволяют подразделять экзогенные процессы, затухающие проявления новейших тектонических движений, на катастрофические, умеренные и медленные, проявляющиеся в определенное время года. Эти явления необходимо строго учитывать при изучении новейших, современных тектонических движений и других геологических процессов.

Кроме того, при составлении карты современной тектонической активности используются материалы по распределению теплового потока, данные о выделении сейсмической энергии, о распределении сейсмически активных зон и динамических параметрах очагов землетрясений; результаты измерения тектонических напряжений; изменение знака и скорости современных вертикальных движений земной коры; направление и скорость современных горизонтальных движений [Хаин, Леснов, 1982].

**Характер информации для выявления сейсмически активных зон**

№ п/п	Информация	Детальная характеристика
1	Адрес	Название зоны разломов; географическая привязка
2	Параметры	Протяженность и ширина зоны разломов; глубина очага землетрясений; направление и сила землетрясения
3	Время проявления активизации тектонических движений	Активизация новейших тектонических движений; проявление сейсмичности; год зафиксированных землетрясений
4	Геологическое строение	Тип структур в пределах сейсмической зоны: платформенный, предгорный, орогенный
5	Характер новейших тектонических движений	Унаследованный, инверсионный, гетерогенный (пульсирующий)
6	Структурно-геоморфологическая характеристика на основании дешифрирования аэрокосмических фотоматериалов	Тип сочленения структур (торцовый, тектонический «клиньев», морфоструктурных узлов); сейсмодислокации; резкая смена фототональности, связанная с ландшафтной и геодинамической индикацией; дизъюнктивные нарушения, глубинные структуры, отражающие строение фундамента, аномалии геофизических полей
7	Данные аэрокосмических фотоматериалов	Время и диапазон съемки, номер снимка, витка

Районирование проводится по степени активности современных эндогенных процессов, которые необходимо четко выделить и отличить от современных экзодинамических процессов. В этом отношении самым необходимым фактическим материалом являются космические фотоснимки различных диапазонов, снятые в разное время года.

При анализе космических снимков для изучения сейсмически активных зон надо учитывать, что современная геодинамика тектонических движений во многом является унаследованной от неотектоники. Поэтому при картировании современных тектонических движений за основу берется новейший структурный план, а характер проявления современных движений как бы штрихами накладывается на эту основу. Опыт картирования современной геодинамики Алтае-Саянской горной области [Зятькова, 1977, 1980] показывает, что наиболее ценными и объективными являются комплексные карты, построенные на конкретной морфоструктурной основе, отражающей дифференциацию морфоструктур, активные разломы, узлы их сопряжения, сейсмичность, вулканизм [Лилиенберг, 1982] (см. Приложение, фото 1).

Сочетание аэрокосмических методов с полевыми аэрофотогеодезическими и камеральными фотограмметрическими исследованиями позволяет выявить количественные параметры развития структур. В результате исследований составляются информационные карточки (см. таблицу), которые учитывают экзогенные процессы, создающие псевдотектонические формы. Ранее были предложены определенные дешифровочные индикационные признаки для изучения новейших тектонических движений и сейсмичности в связи с проектированием и строительством крупных промышленных комплексов и гидросооружений [Зятькова, 1977, 1980].

К индикационным структурно-геоморфологическим признакам относится резкая смена фототона на космоснимках, обусловленная ландшафтной зональностью, различной степенью увлажненности подстилающей поверхности, геологическим строением, сменой разновозрастных пород, спрямленными структурными элементами, глубинными планетарными трансморфоструктурными разновозрастными, региональными разломами и разрывными нарушениями разного порядка и т. д. (см. таблицу).

Выявленные признаки входят в банк информации для автоматизации процессов дешифрирования на ЭВМ. Поток космической информации о Земле ставит все новые задачи по ее обработке. Использование в этих це-

лях различной аппаратуры не только позволяет вводить поправки за влияние внешних условий (метеорологических, сезонных, временных, оптических свойств атмосферы и др.), но и дает возможность получать фотографии с выделением тех или иных способов отражения структур (контрастирование, выделение границ, стереоэффект и т. д.). Только с одного снимка в результате преобразований можно получать десятки фотограмм (см. Приложение, фото 2—6). Таким образом, имея набор признаков, одни из которых отражают элементы глубинного строения территории, другие — ландшафтные, можно определить их корреляционную связь, знание которой будет способствовать установлению физической сущности глубинных явлений в элементах ландшафта.

При изучении неотектонических структур стало необходимым привлекать данные не только по поверхностным процессам, но и по процессам, протекающим в тектоносфере, в пределах мантии Земли, где зарождаются собственно тектонические движения.

Как отмечал Н. И. Николаев [1982], для изучения новейшей тектоники помимо обычных геолого-геофизических объектов, необходимо исследовать геодинамические связи между различными геофизическими, геохимическими явлениями.

Только комплексные исследования геодинамических процессов, отраженных на снимках разных сезонов, позволяют правильно понять неотектоническое строение Земли. Один из основных принципов работы с использованием космических снимков по составлению карт сейсмической активности — анализ новейшей тектоники, выявление связи сеймотектонических дислокаций, современных сильных землетрясений с новейшими структурами [Ананьин, Трифонов, 1976; Буне и др., 1982; Розанов, 1982; Хаин, Леонов, 1982]. Однако дробное выделение новейших структур и различный подход к их выделению заставляют осторожно подходить к анализу сейсмически активных зон.

Многие исследователи отмечали в разных районах Алтае-Саянской горной области, что основные формы сеймотектонических дислокаций современных сильных землетрясений наследуют морфологию новейших структур разного ранга, тенденцию их развития на новейшем и современном этапах. Во время сильных землетрясений активизируются отдельные участки новейших и обновленных тектонических разломов, наблюдается наращивание длины сейсмодислокаций при последующих подземных толчках. Известно, что неотектонические движения отличаются от обычных тектонических лишь тем, что выражаются в рельефе и могут изучаться не только геологическими, но и геоморфологическими методами. На телевизионных снимках четко отражаются сейсмически активные зоны, такие как Восточно-Саянская, Тункинская, Шапшальская.

Отражение на космических снимках разломов фундамента свидетельствует об унаследованности линейных форм, которые и должны быть главным элементом прогноза сейсмичности при расшифровке древней структуры с помощью неотектонического анализа (см. Приложение, фото 7, 8).

Во многих местах устанавливается отчетливая связь направленности, интенсивности и величины градиента современных движений земной коры с тепловыми, гравитационными аномалиями, а иногда с положением поверхности Мохоровичича.

Периодическое получение информации требует специальной обработки космических снимков с помощью электронно-цифровой техники (см. Приложение, фото 1—8). Преобразования снимков, проведенные В. Н. Дементьевым, В. А. Забелиным, В. П. Пяткиным в ВЦ СО АН СССР на ЭВМ БЭСМ-6, позволяют предварительно обрабатывать информацию, выявлять новые структурные элементы при тематическом сеймотектоническом картировании с применением космической фотоинформации.

Таким образом, привлечение космической фотоинформации при тематическом картировании требует дополнительных критериев для выявления участков в подвижных зонах, где могут происходить землетрясения.

Поэтому необходимо больше внимания уделять генетическим особенностям разрывных нарушений, с учетом количественного анализа сейсмотектонических процессов, приводящих к формированию сейсмически опасных зон.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ананьин П. В., Трифонов В. Г. Сопоставление сейсмичности с элементами дешифрирования космических изображений. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. Т. 5. Геология и геоморфология. М.: Наука, 1976, с. 41—47.
- Буне В. П., Николаев Н. И., Полякова Т. П. Неотектоника и сейсмичность. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 4. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982, с. 18—20.
- Зятькова Л. К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1977. 214 с.
- Зятькова Л. К. Методы структурно-геоморфологических исследований современных тектонических движений с использованием аэрокосмических материалов. — В кн.: Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. М.: Наука, 1980, с. 90—94.
- Лилленберг Д. А. Современные тектонические движения, характер их проявления и вопросы картирования. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 4. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982, с. 50—53.
- Николаев П. Н. Напряженное состояние земной коры и его значение для новейшей геодинамики. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 1. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982а, с. 57—59.
- Николаев Н. И. Тектоника и геодинамика литосферы платформенных областей новейшего этапа развития. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 4. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982б, с. 151—154.
- Розанов Л. Е. Отражение динамики новейших тектонических движений литосферы на снимках из космоса. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 4. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982, с. 161—162.
- Хаш В. Е., Леонов Ю. Г. О карте современной тектонической активности Земли. — В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 4. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982, с. 66—67.

А. П. КУЛАКОВ

## МАТЕРИАЛЫ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК В МОРФОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Геологи и геоморфологи Тихоокеанского института географии используют космические снимки (КС) в морфоструктурных исследованиях на территории Дальнего Востока уже в течение 10 лет. За это время с их помощью был решен ряд крупных проблем и задач теоретического и прикладного значения, которые невозможно было бы решить традиционными «докосмическими» методами.

Без преувеличения можно сказать, что КС произвели настоящий переворот в представлениях о морфоструктуре Дальнего Востока и позволили выдвинуть и обосновать принципиально новые положения, касающиеся особенностей строения и условий формирования современного морфоструктурного плана региона. Космоснимки подтвердили теснейшую пространственно-генетическую связь рельефа с геологическим строением земной коры, лежащую в основе морфоструктурного анализа, и дали возможность значительно упростить методику выявления морфоструктур, отказавшись от длительных и трудоемких морфометрических построений.

С помощью космоснимков были получены следующие результаты.

1. Установлено повсеместное развитие в регионе морфоструктур центрального типа (МЦТ) (называемых также кольцевыми, концентрическими, круговыми и т. п.) различного строения, происхождения, возраста. Размеры их колеблются в самых широких пределах — от первых

километров до нескольких сотен и даже до 2,5 тыс. км в диаметре. Они обнаружены на платформах и щитах, в орогенно-геосинклинальных системах, в окраинно-материковых и внутриконтинентальных вулканических поясах, рифтовых зонах и в пределах других крупных геолого-структурных единиц и являются, очевидно, характерными структурами земной коры.

Эндогенное происхождение подавляющего большинства этих образований не вызывает сомнений и подтверждается, помимо чисто геологических доказательств, широким распространением их в других регионах Земли и на планетах земной группы.

Можно выделить несколько классов МЦТ, различающихся по морфологии, строению, возрасту, условиям формирования, вещественному составу конформных комплексов и т. д. Наиболее распространены плутоногенные, вулканогенные и переходные между ними МЦТ. Пространственно-генетически они связаны, как правило, с крупными зонами разломов земной коры и «узлами» пересечений высокопорядковых разломов. Самые древние (докембрийские, палеозойские) МЦТ приурочены к платформам, щитам, древним массивам, но преобладают на территории Дальнего Востока мезозойские МЦТ. По восточной окраине континента распространены МЦТ преимущественно мелового — раннекайнозойского возраста, что объясняется, очевидно, активностью тектонических и магматических процессов здесь в это время.

Практически для всех МЦТ, особенно высокого порядка (диаметром во многие десятки и сотни километров), характерна неоднократная тектономагматическая активизация, значительно усложнившая геологическое и геоморфологическое строение морфоструктур. Это свидетельствует о том, что МЦТ, пространственно приуроченные к участкам и районам наибольшей раздробленности и проницаемости земной коры, в течение длительного геологического времени являлись центрами выхода на земную поверхность глубинных расплавов, флюидов и гидротерм. Это и обусловило их важную роль как рудоконтролирующих и рудовмещающих морфоструктур.

Существенно важный элемент МЦТ — система концентрических и радиальных разломов, образующая своеобразный каркас морфоструктур. На космоснимках эти разломы обычно хорошо видны по рисунку речной сети и особенностям строения рельефа, а поэтому выступают в роли наиболее четких дешифровочных признаков для МЦТ. Они контролируют пространственное размещение интрузивных, вулканогенных, вулканогенно-осадочных, метаморфогенных и других геологических комплексов, конформных морфоструктурам, и при этом часто сами являются рудоносными структурами.

Работами многих исследователей доказано, что МЦТ формировались за счет поступления потоков вещества и энергии из очагов, располагавшихся на различной глубине под поверхностью планеты. Высказываются предположения о том, что эта глубина примерно равна радиусу МЦТ на поверхности Земли, но убедительных доказательств пока не представлено. По всей вероятности, было бы неверно утверждать существование линейной зависимости между размерами МЦТ и глубинами залегания генерирующих их очагов. Учитывая неоднородное (линзовидно-слоистое) строение литосферы вообще и сложную структуру дальневосточного региона в частности, можно скорее всего предполагать неодинаковую глубину залегания первичных «очагов» в различных структурно-геологических зонах. В то же время определенная связь между параметрами МЦТ и глубиной проникновения их «корней» в земную кору и мантию, несомненно, имеется. И вероятно, наиболее крупные МЦТ потому являются наиболее древними и устойчивыми в пространстве и времени образованиями, что они имели постоянную связь с наиболее глубокими горизонтами Земли.

2. Особый интерес представляют мегаморфоструктуры центрального типа (мега-МЦТ), имеющие в диаметре 1,5—2,5 тыс. км. Выделяется серия таких гигантских морфоструктур вдоль всей восточной окраины Евра-

зии [Золотов, 1976; Соловьев, 1978; Кулаков, 1980; Худяков и др., 1982; Ян-Жин-Шин и др., 1978]. Это (с севера на юг) Яно-Колымская, Алданская, Амурская, Япономорская, Корейская, Восточно-Китайская мега-МЦТ. Каждая из них отличается своеобразным геолого-геоморфологическим строением, но многие наиболее существенные черты являются общими для всех мегаморфоструктур.

По морфологии это своего рода гигантские «блюдца», по периферии которых размещаются дуговые системы горных сооружений, а центральные районы характеризуются преобладанием нисходящих тектонических движений, мощными толщами осадочных образований фанерозойского возраста и преимущественно равнинным рельефом.

Как и для МЦТ более низкого ранга, в пределах мегаморфоструктур выделяется система концентрических (дуговых) и в меньшей степени радиальных разломов, которые образуют своеобразный «каркас» мега-МЦТ. Это глубинные разломы большой протяженности и древнего (докембрий) заложения, испытавшие неоднократную тектономагматическую активизацию в фанерозое. С некоторыми из них связаны крупные сдвиговые деформации.

Концентрические (дуговые) разломы, как показывают наблюдения во многих районах, наклонены к центру мегаструктур и, следовательно, последние образуют в земной коре структуры в виде конуса. Такая форма характерна для МЦТ любого ранга [Соловьев, 1978] и подчеркивает специфику их происхождения. Эти разломы контролируют пространственное размещение геологических и геоморфологических структур на территории мега-МЦТ.

Мега-МЦТ имеют, как и система «каркасных» глубинных разломов, очень древний, скорее всего, протерозойский возраст. Об этом свидетельствуют сохранившиеся в пределах мегаморфоструктур древние массивы — выступы докембрийского фундамента, узкие троговые прогибы (грабены), выполненные протерозойскими породами различной степени метаморфизма, длительно существующие (с протерозоя) линейные сводово-глыбовые поднятия (например, хр. Джугджур) и т. д.

Однако, несмотря на столь древний возраст и последующие неоднократные преобразования геологической структуры и рельефа в результате тектонических и магматических процессов, мега-МЦТ хорошо выделяются по геологическим и геоморфологическим данным и уверенно дешифрируются на космоснимках. Это объясняется, по-видимому, прежде всего, постоянством положения и унаследованным развитием системы «каркасных» разломов мегаморфоструктур. Они проникают, судя по имеющимся геолого-геофизическим материалам, не только в глубинные горизонты земной коры, но и в мантию Земли, что и обусловило, вероятно, высокую активность и длительное существование разломных зон.

Вместе с тем нельзя сказать, что мега-МЦТ сохранились без существенных изменений с протерозоя до наших дней. Так, северная часть Яно-Колымской и морские окраины других материковых мега-МЦТ погрузились под уровень вод Ледовитого океана и прилегающих к континенту морей. Все мегаструктуры в той или иной степени деформировались в процессе неоднократных вертикальных и горизонтальных разломно-сдвиговых дислокаций.

Значительно менялся также и рельеф морфоструктур, хотя каркасная его основа оставалась в целом неизменной. Мега-МЦТ в протерозое представляли собой, по-видимому, громадные куполовидные поднятия с преобладанием горного рельефа. Позже, к началу фанерозоя, произошло изменение знака движений и началось тектоническое прогибание центральных районов, которые превратились в области устойчивого осадконакопления. Горный рельеф сохранился и развивался в дальнейшем преимущественно по периферии мегаморфоструктур.

Космические снимки позволили уточнить границы мега-МЦТ и их пространственные соотношения. Установлено, что они захватывают также и подводную окраину континента, а местами — районы прилегающих

морских впадин. Окраины сопредельных мегаморфоструктур перекрываются, образуя зоны повышенной раздробленности, проницаемости и мобильности земной коры.

3. Выявлены неизвестные ранее трансрегиональные разломные зоны (трансрегиональные линеаменты — ТЛ) и разломы регионального ранга. Первые из них (ТЛ) имеют протяженность до 2—3 тыс. км при ширине 80—150 км и больше. Они хорошо видны даже на мелкомасштабных телевизионных снимках Дальнего Востока и фрагментарно нанесены на некоторые геологические карты, но в виде единых разломных структур большой протяженности еще не рассматривались [Кулаков, 1980].

Алдано-Охотский трансрегиональный линеамент субширотного простираения протягивается вдоль нижнего течения рек Вилюй и Алдан и далее в восток-юго-восточном направлении к северному берегу Охотского моря [Ян-Жин-Шин и др., 1978]. Приурочен линеамент к зоне сочленения Яно-Колымской и Алданской мега-МЦТ, и вдоль него, вероятно, происходили крупные левосторонние сдвиги.

Сетте-Дабанский ТЛ субмеридионального простираения, располагающийся по восточной окраине Алданской мега-МЦТ, в современной геоморфологической структуре региона представлен серией субпараллельных узких хребтов-горстов и грабен-синклинальных впадин [История развития..., 1972]. Изучение космических снимков позволяет предполагать, что продолжением этой зоны является Приамурский ТЛ, протягивающийся от берегов Ульбанского и Тугурского заливов Охотского моря на юг, к долине Амура и затем вдоль долины р. Уссурй, выходящей к северо-западному побережью зал. Петра Великого (в районе Амурского залива и п-ова Муравьева-Амурского).

Наиболее крупный — Амуро-Сунгарийский трансрегиональный линеамент. По нему заложена долина нижнего Амура и большая часть долины р. Сунгари, далее он захватывает впадину Ляохэ и, пересекая Ляодунский залив, протягивается на юго-запад вдоль нижнего течения р. Хуанхэ. В северо-восточном направлении эта разломная зона протягивается, очевидно, в пределы Северного Сахалина и, возможно, имеет продолжение на дне Охотского моря. Фрагменты ее, а также связанные с ней вертикальные и горизонтальные тектонические деформации были установлены при геолого-съемочных работах в нижнеамурском районе.

Все эти трансрегиональные разломные зоны были заложены в докембрии и испытывали в фанерозое неоднократную тектономагматическую активизацию, приводящую к существенным изменениям их геологической структуры и геоморфологического облика при неизменности пространственного положения. Значительная протяженность и ширина ТЛ позволяют предполагать их устойчивую связь с мантией Земли, что и обеспечивало, вероятно, глубоко унаследованное пространственное положение и развитие этих линейных морфоструктур. Выделяется еще несколько трансрегиональных линеаментов такого же типа. По отношению к мега-МЦТ все они являются секущими. Не исключено, что некоторые из них представляют собой фрагменты глобальных циркумтихоокеанских разломов, оконтуривающих впадину Тихого океана.

По космоснимкам выявлена также система протяженных региональных разломов. Многие из них были установлены (участками) при производстве геолого-съемочных работ. Большая часть разломов оказалась фрагментами дуговых (концентрических) и радиальных линеаментов, образующих «каркас» мега-МЦТ, а также МЦТ более низкого ранга (диаметром в сотни километров). Опираясь на эти данные, можно выявить всю систему разломов дальневосточного региона и приступить к изучению их строения и геодинамики с новых позиций.

4. Установлена иерархия морфоструктур Дальнего Востока. Материалы космических съемок впервые дали нам возможность представить себе морфоструктурный план территории в виде упорядоченной системы морфоструктур различного типа и ранга, что имеет исключительно важ-

ное значение для дальнейших структурно-геоморфологических исследований теоретического и прикладного содержания.

Высшими членами региональной иерархии морфоструктур являются мегаморфоструктуры диаметром 1,5—2,5 тыс. км и трансрегиональные линейные элементы. Они охватывают огромные территории, организуют и контролируют сложнейшую систему разнотипных морфоструктур, располагающихся в их пределах. Определяющую роль здесь играют главным образом концентрические глубинные разломы мега-МЦТ, которые не только контролировали пространственное положение морфоструктур, но и, очевидно, оказывали значительное воздействие на их геолого-тектоническое строение, вещественный состав конформных комплексов, металлогеническую специализацию морфоструктур и т. д.

Пространственно-генетические связи между разнопорядковыми морфоструктурами в региональной иерархической системе нам пока еще известны очень мало, но необходимость углубленного изучения таких связей не вызывает сомнений. В этом сущность нового подхода к исследованию любых морфоструктур, входящих в состав иерархии.

5. На основе космических снимков составлены морфоструктурные схемы и карты различных районов Дальнего Востока.

Это сделано для Камчатки, частично — для Северо-Востока и Южного Приморья, для северных районов Хабаровского края, Нижнего, Среднего и Верхнего Приамурья. Эти схемы и карты, столь различные по своему содержанию и качеству, составлены с позиций концепции геолого-геоморфологической конформности [Худяков, 1977]. Опыт показал высокую экономическую эффективность морфоструктурного картирования с использованием материалов космических съемок и вместе с тем необходимость разработки типовых легенд карт различного масштаба и содержания.

Для некоторых районов, где проводились морфоструктурные исследования прогнозно-поискового направления, составлены или составляются карты среднего масштаба, которые дают оценку металлогенической специализации и перспективности тех или иных морфоструктур. Это позволяет более целенаправленно планировать детальные поисковые работы в перспективных районах Дальнего Востока. Содержание таких работ выходит за рамки чисто геоморфологических исследований и требует также углубленного изучения геологической структуры и вещественного состава геологических комплексов морфоструктур. Поэтому наибольшая эффективность здесь может быть достигнута при комплексном, разностороннем изучении морфоструктур специалистами различного профиля.

6. Начаты работы по составлению морфоструктурной карты всего Дальнего Востока. Необходимые материалы для составления такой карты — космические снимки различного масштаба и содержания — уже имеются. Есть модели таких карт для некоторых районов, но требуется создать единую легенду, учитывающую всю сложность морфоструктурного плана дальневосточного региона и при этом позволяющую использовать карту для решения многих задач теоретического и прикладного значения, часто охватывающих области смежных с геоморфологией наук (геологии, тектоники, металлогении, гидрогеологии, инженерной геологии и т. д.). Морфоструктурные карты с преобразованной применительно к специфике их использования легендой могут, очевидно, служить надежной основой для подобных исследований.

Примером тому являются ведущиеся сейчас работы по выявлению сейсмически активных морфоструктур Дальнего Востока с использованием космических снимков. Предварительные исследования показали принципиальную возможность обнаружения по космическим снимкам современных и палеосейсмодислокаций, приуроченных к различным морфоструктурам, что позволяет надеяться на возможность составления в ближайшем будущем карты сейсмичности региона.

Таким образом, космические снимки — это не просто еще один новый метод морфоструктурных исследований. Они подняли эти исследова-

ния на новую, качественно более высокую ступень и заставили с новых позиций взглянуть на морфоструктурный план региона. Так, сейчас можно уверенно говорить об отсутствии крупных горизонтальных движений плит в пределах материковой части Дальнего Востока, потому что эти предположения не согласуются с данными о существовании системы древнейших мега-МЦТ и ТЛ по окраине континента, сохранявших постоянное положение в течение длительнейшей геологической истории.

Сделан также вывод о направленном и вместе с тем частично обратном развитии востока Евразии в фанерозое, когда свойственный региону общий процесс «наращивания» материковой коры (и суши) с запада на восток подавлялся противоположным ему процессом переработки края материка, обусловленным активизацией окраинно-материковых и океанических мегаморфоструктур центрального типа [Худяков и др., 1982]. Одной из таких мега-МЦТ является Япономорская, которая, как и другие мега-МЦТ региона, имеет весьма древний возраст, но становление современного ее облика происходило, главным образом, в верхнем мезозое — кайнозое и было результатом общего тектонического погружения впадины, захватившего и окраину континента. Доказан также еще целый ряд новых положений, которые в данной статье не рассматриваются.

Проведенные исследования позволяют предполагать, что в следующие годы по мере совершенствования техники получения и обработки космической информации, повышения качества снимков и обеспеченности съемками всех районов Дальнего Востока будут получены еще более значительные результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Золотов М. Г. Ядерно-сводовые и кольцевые структуры Приамурья. — В кн.: Тектоника востока советской Азии. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 3—33.
- История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока/Худяков Г. И., Денисов Е. П., Короткий А. М., Кулаков А. П., Никонова Р. И., Чернобровкина Е. И. М.: Наука, 1972. 427 с.
- Кулаков А. П. Основные черты морфоструктуры и антропогенной палеогеографии побережья северного Сихотэ-Алиня. — В кн.: Геоморфоструктура Дальнего Востока. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1978, с. 58—78.
- Кулаков А. П. Морфотектоника и палеогеография материкового побережья Охотского и Японского морей в антропогене. М.: Наука, 1980. 176 с.
- Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-геоморфологического анализа. (Объяснительная записка к карте морфоструктур центрального типа м-ба 1 : 10 млн.). Л.: изд. ВСЕГЕИ, 1978. 110 с.
- Худяков Г. И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Худяков Г. И., Кулаков А. П., Тащи С. М., Никонова Р. И. Система гигантских геоморфоструктур западной окраины Тихого океана (новые аспекты и проблемы геодинамики). — Тихоокеанская геология, 1982, № 1, с. 43—48.
- Ян-Жин-Шин В. А., Балакшин Г. Д., Волгодав А. П. Опыт использования космической информации в Якутском территориальном геологическом управлении. — В кн.: Общая и региональная геология, геологическое картирование. М.: изд. ВИЭМС, 1978, с. 26—39.

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

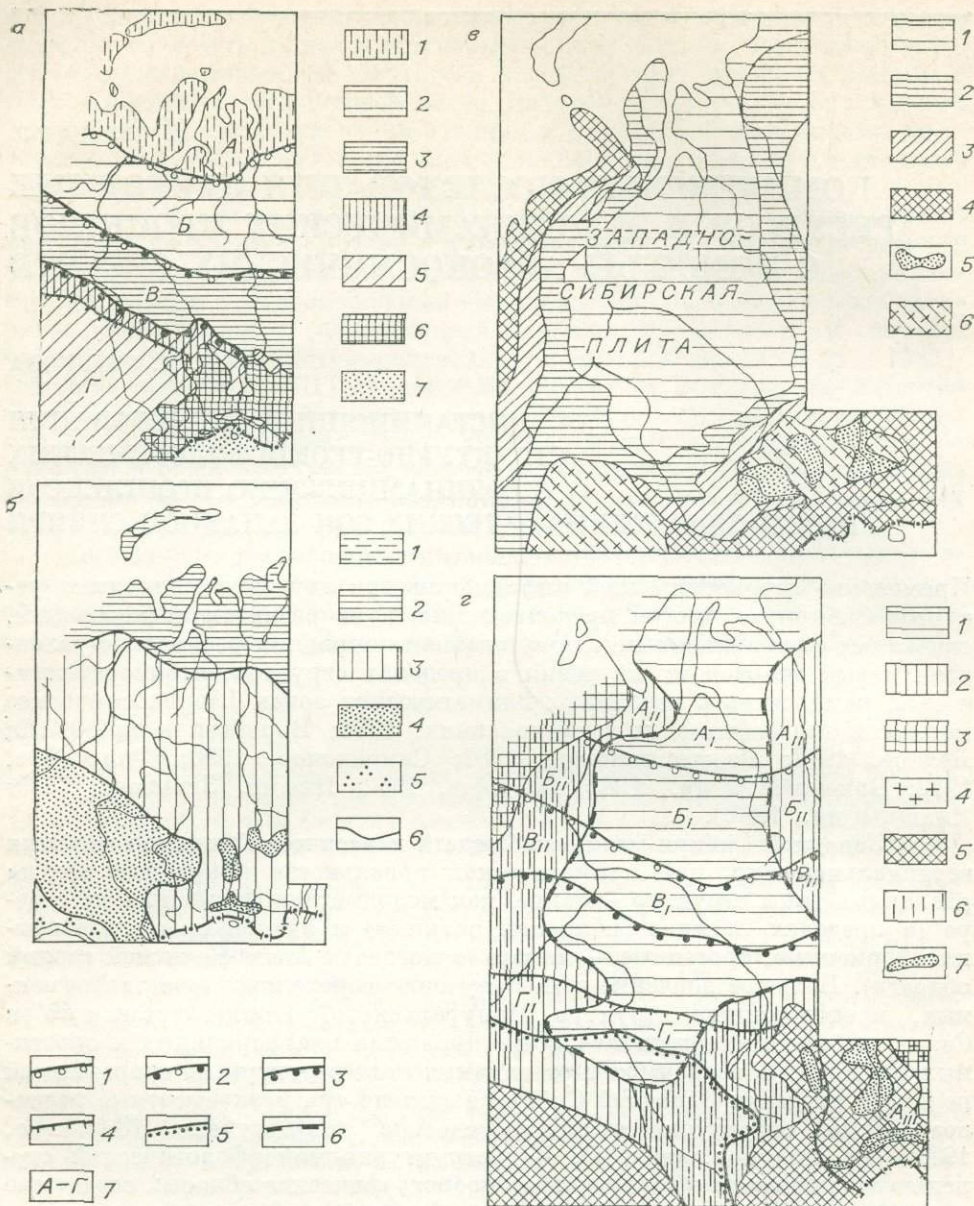
Л. К. ЗЯТЬКОВА

### ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ (ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ) КОМПЛЕКСОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Применение аэрокосмической информации при изучении природных ресурсов Сибири во многом предопределило пути развития исследований, связанных с рациональным использованием природных ресурсов, с развитием новых методов их изучения в пределах структурно-геоморфологических комплексов в различных климатических зонах [Аэрокосмические методы в географических исследованиях, 1981; Воробьев и др., 1979; Дедков, 1977; Рождественский, 1982; Спиридонов, 1980; Философов, 1982; Брюханов и др., 1982; Горшков, 1982; Яншин, Зятькова, 1980; Яншин и др., 1982].

В Западной Сибири можно наблюдать классический пример влияния вертикальной широтной климатической зональности природных зон на различные типы структур — такие, как молодые платформенные на севере (в пределах Западно-Сибирской равнины) и активизированные эпиплатформенные, орогенные — на юге (в пределах Алтае-Саянской горной области). Большое значение имеет изучение переходных приплатформенных, предорожденных структур Приуралья, Приказахстанского и Салаиро-Кузнецкого регионов, зон сопряжения платформенных и орогенных областей. В зависимости от влияния этих структур на современный рельеф в пределах Западной Сибири выделено три разновысотные разновозрастные структурно-геоморфологические зоны-ступени [Зятькова, 1979] (см. рисунок, табл. 1). Под структурно-геоморфологической ступенью мы понимаем обширные тектоноорографические области, созданные в определенное время, имеющие своеобразный характер выраженности тектонических структур, резкие изменения геологического строения и абсолютных отметок в современном рельефе. В пределах каждой структурно-геоморфологической ступени выделяются в зависимости от широтной или вертикальной климатической зональности нивально-арктические, нивальные, гумидные, субаридные структурно-геоморфологические, или геодинамические, комплексы. Под структурно-геоморфологическим, или геодинамическим, комплексом (СГК) мы понимаем совокупность геолого-географических особенностей, обусловленных как геологическим строением, так и влиянием современных экзогенных процессов, широтной и вертикальной климатической зональности (табл. 2).

Изучение структурно-геоморфологических комплексов помогает выявить взаимодействие между эндоморфогенетическими и экзоморфогенетическими процессами, а именно — рельефом, обусловленным тектоническими движениями, структурами, с одной стороны, и рельефом, созданным экзогенными факторами, — с другой. Это взаимодействие рассматривается нами в динамической, историко-генетической связи, поэтому мы выявляем не только пассивную роль экзогенного и эндогенного тектонического фак-



**Схемы природных (а), климатических (б), структурно-геоморфологических (в) зон и структурно-геоморфологических комплексов (г) Западной Сибири.**

Границы природных и климатических зон: 1 — арктические, 2 — нивально-арктические, 3 — нивальные, 4 — гумидные, 5 — субаридные — аридные. Границы: 6 — приплатформенной структурной ступени, 7 — индексы структурно-геоморфологических комплексов.

**а** — схема природных зон с основными факторами экзогенных процессов: А — нивально-арктическая, Б — нивальная, В — гумидная, Г — субаридная. Морфоскульптурные зоны: 1 — ледниковых и мерзлотно-солифлюкционных форм рельефа (тундра, лесотундра); 2 — водно-ледниковых форм с локальным развитием мерзлотно-солифлюкционных форм рельефа (северная тайга); 3 — эрозионно-аккумулятивных форм рельефа с преобладанием процессов линейной эрозии (южная тайга, лесостепь); 4 — резкого контакта различной степени увлажненности; 5 — структурно-денудационных плато и приподнятых равнин с суффозионно-карстовыми, эрозионно-эоловыми формами рельефа (лесостепи, степи); 6 — горного обрамления с вертикальной зональностью проявления экзогенных процессов; 7 — межгорные впадины с субаридным проявлением экзогенных процессов. **б** — схема климатического районирования и зон увлажнения: 1 — нивально-арктические пустыни; 2 — нивальная тундра — лесотундра (зона избыточного увлажнения). Индекс сухости (отношение комплексной испаряемости к осадкам)  $K < 0,45$ ; 3 — гумидные (хвойные леса, северная и южная тайга, горные леса), зона влажная.  $K = 0,45 - 1,00$ ; субаридные (лесостепи, степи) зона недостаточно влажная.  $K = 1,00 - 3,00$ ; 5 — полупустыни, зона сухая,  $K > 3,00$ ; 6 — граница климатических зон [Григорьев, Будыко, 1964]. **в** — схема структурно-геоморфологических зон Западной Сибири: 1 — платформенная зона — внутренняя центральная область распространения морфоструктур (районы распространения в основном сводов, мегавалов, валов, локальных поднятий, впадин мегaproгибов); 2 — переходная приплатформенная зона, внешний пояс, краевая зона морфоструктур (районы распространения в основном выступов, структурных террас, моноклиналей); 3 — предгорная зона приподнятых структурно-денудационных равнин с низогорным рельефом, кряжами, обширными межгорными и предгорными впадинами; 4 — орогенная зона, средне- и высокогорный рельеф (районы распространения сводоблоковых поднятий); 5 — межгорные впадины; 6 — мелкосопочный интенсивно-денудационный рельеф. **г** — схема структурно-геоморфологических

(геодинамических) комплексов (СГК). Районы распространения СГК: 1 — платформенные морфоструктуры Центральной Западно-Сибирской плиты (основное распространение валов, сводов, впадин, развитых на МЗ — КЗ отложениях); 2 — СГК переходных зон — зон сопряжения (приплатформенной, предорогеной зон), основное распространение выступов, структурных террас, моноклиналей, развитых на РЗ — МЗ — КЗ отложениях). СГК орогенных морфоструктур, развитых на до-РЗ и РЗ отложениях; 3 — на сложном гетерогенном основании; 4 — на байкалидах; 5 — на каледонидах; 6 — на герцинидах; 7 — внутри- и межгорные впадины. СГК геодинамические — платформенные: А<sub>I</sub> — арктические; Б<sub>I</sub> — нивально-арктические, нивальные; В<sub>I</sub> — гумидные; Г<sub>I</sub> — субаридные. СГК геодинамические — переходной зоны (приплатформенные, предорогеной): А<sub>II</sub> — арктические; Б<sub>II</sub> — нивально-арктические, нивальные; В<sub>II</sub> — гумидные; Г<sub>II</sub> — субаридные. СГК (геодинамические орогенные): А<sub>III</sub> — (нерасчлененные) со своеобразным проявлением новейших тектонических движений, сейсмичности.

тора на формирование платформенных, приплатформенных, предорогеной и орогенных структурно-геоморфологических комплексов. Структурно-геологические комплексы (см. Приложение, фото 1) объединяют обра-

Таблица 1

Схема образования геодинамических структурно-геоморфологических комплексов Западной Сибири

Индекс зоны	Эндоморфогенный процесс	Экзоморфогенный процесс	Геодинамический структурно-геоморфологический комплекс	Индекс комплекса
I	Платформенный, развитый в пределах Западно-Сибирской равнины, мощный чехол рыхлых отложений (1—6 км), слабые тектонические движения, отражающие структуры сводов, валов, локальных поднятий	Термокарстовый, мерзлотно-солифлюкционный (зоны тундры) Мерзлотно-солифлюкционный (зона северной тайги) Эрозионно-аккумулятивный (зона южной тайги) Суффозионный, карстовый, эоловый (зона лесостепей, степей, полупустынь)	Платформенный Нивально-арктический  Нивальный  Гумидный  Субаридный	А <sub>I</sub> Б <sub>I</sub> В <sub>I</sub> Г <sub>I</sub>
II	Приплатформенный — предорогеной, развитый в приобтовых, переходных зонах сочленения Салаир-Кузнецкого, Приуральского, Приказахстанского сопряжения равнинных и горных областей; мощность чехла рыхлых отложений от 0,2 до 1,0 км, активные тектонические движения по разломам, отражающие структурные выступы, блоки предгорных поднятий	Термокарстовый, мерзлотно-солифлюкционный (зона тундры) Мерзлотно-солифлюкционный (зона северной тайги) Эрозионно-аккумулятивный (зона южной тайги) Суффозионный, карстовый, эоловый (зона лесостепей, степей, полупустынь)	Приплатформенный — предорогеной Нивально-арктический  Нивальный  Гумидный  Субаридный	А <sub>II</sub> Б <sub>II</sub> В <sub>II</sub> Г <sub>II</sub>
III	Орогенный, развитый в эциплатформенной Алтае-Саянской горной области, со сводо-блоковыми поднятиями, активным проявлением сейсмичности, влиянием третичных и четвертичных базальтов	Ледниковый, мерзлотно-солифлюкционный, высокогорий Гравитационно-солифлюкционный высокогорий Эрозионно-аккумулятивный среднегорий Эоловый, делювиально-пролювиальный низкогорий, мелкосопочника, шлейфов, конусов выносов	Орогенный Нивально-арктический  Нивальный  Гумидный  Субаридный	А <sub>III</sub> Б <sub>III</sub> В <sub>III</sub> Г <sub>III</sub>

## Геодинамические структурно-геоморфологические комплексы Западной Сибири и прилегающих территорий

Экзогенный фактор и климатические зоны с ведущими экзогенными процессами (ЭП), формирующими СГК	Эндогенный фактор, формирующий структурно-геоморфологические комплексы (СГК)		
	I. Платформенные морфоструктуры Западно-Сибирской равнины	II. Краевые, приплатформенные, предгорные области морфоструктур зоны сопряжения платформ с горным обрамлением	III. Орогенные, эпиплатформенные морфоструктуры (Алтае-Саянская горная область)
А. Нивально-арктическая зона тундры и лесотундры; ЭП мерзлотно-солифлюкционные, термокарстовые	А <sub>I</sub> — платформенные нивально-арктические (СГК) с ледниковыми, мерзлотно-солифлюкционными процессами, с морскими формами рельефа (абразионные берега, террасовые уступы). Структуры районов Крайнего Севера Западной Сибири	А <sub>II</sub> — приплатформенные нивально-арктические (СГК) с ледниковыми формами рельефа, мерзлотно-солифлюкционными процессами. Структуры Ямальской, Щучинской возвышенностей, районов прилегающих к Полярному Уралу	А <sub>III</sub> — орогенные арктическо-нивальные (СГК) с горным, альпийским, высокогорным рельефом, с активными ледниково-экзарационными процессами. Блоки интенсивных поднятий с абс. отм. свыше 3000 м
Б. Нивально-холодная зона северной тайги; ЭП мерзлотно-эрозионно-аккумулятивные	Б <sub>I</sub> — платформенные нивальные (СГК) с ледниковыми формами рельефа, с локальным развитием термокарстовых форм рельефа задровых равнин. Структуры районов Полуйской, Верхнетазовской возвышенностей, Нижнеобской, Надымской низменностей	Б <sub>II</sub> — приплатформенные нивальные (СГК) с ледниковыми формами рельефа. Структуры Северо-Сосьвинской, Среднетазовской возвышенностей, Туруханской низменности	Б <sub>III</sub> — орогенные нивально-холодные (СГК) с активными гравитационно-солифлюкционными процессами, с перигляциальными формами рельефа высокогорий. Блоки поднятий с абс. отм. 2000—3000 м
В. Гумидно-умеренная, влажная зона южной тайги; ЭП эрозионно-аккумулятивные	В <sub>I</sub> — платформенные гумидные (СГК) с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа, с преобладанием процессов лпшейной эрозии. Структуры районов южной тайги Обь-Иртышского междуречья, Сибирских Увалов, Средней Оби, Обь-Гымского междуречья	В <sub>II</sub> — приплатформенные гумидные (СГК) с преобладанием процессов глубинной эрозии, овражно-балочной сети, с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа приподнятых, наклонных равнин. Структуры Тавдинско-Кондинской равнины и прилегающие к Енисейскому кряжу	В <sub>III</sub> — орогенные гумидные (СГК) с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа, с преобладанием глубинной эрозии. Блоки среднегорий, низкогорий с абс. отм. 1200—2000 м
Г. Субаридная — сухая зона лесостепей, степей; ЭП суффозионные, карстовые, эоловые, эрозионно-аккумулятивные	Г <sub>I</sub> — платформенные субаридные (СГК) с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа, с приподнятыми наклонными равнинами структурно-денудационных плато. Структуры районов Предтургайского плато, Северного Казахстана, Барабинской равнины и Приобского плато	Г <sub>II</sub> — приплатформенные субаридные (СГК) с рельефом, созданным суффозионно-карстовыми процессами. Структуры районов наклонно-приподнятых равнин: Туринской, Приобского плато, Чулымо-Енисейской. Казахский мелкосопочник	Г <sub>III</sub> — орогенные гумидно-аридные, субаридные (СГК) с делювиально-пролювиальными, эоловыми формами рельефа, с предгорными шлейфами, конусами выноса предгорных равнин, межгорных впадин. Блоки, развитые в пределах межгорных впадин Тувы, Сев. Монголии, Хакасии (Минусинские впадины)

зования, близкие по структурно-геологическому строению, по геодинамическим эндогенным и экзогенным условиям формирования рельефа. Они прослеживаются на определенных площадях равнинно-платформенных, переходных зон сочленения платформ и орогенов, а также в пределах самих орогенных областей. Структурно-геоморфологические комплексы выделяются только в пределах одной какой-либо структурно-климатической зоны, а границами ее являются границы природно-климатических зон и структур типа платформ, переходных зон сочленения и блоковых структур орогенов.

Термин «геодинамический структурно-геоморфологический комплекс (СГК)» указывает, во-первых, на ведущую роль структурно-эндогенного фактора, созданного эндоморфогенетическими процессами формирования комплексов (платформенных, предорогенных, орогенных), во-вторых, объясняет экзоморфогенетическую природу комплексов в зависимости от климатической широтной и вертикальной зональности, которые четко выделяются на космических снимках весенне-осенних периодов. Наиболее четко границы просматриваются на весенних телевизионных снимках искусственных спутников Земли системы «Метеор», наименее — на летних, где общий серый фототон затушевывает многие границы (см. Приложение, фото 2, 3).

Платформенная структурно-геоморфологическая ступень, где мощность отложений чехла достигает 1—6 км, объединяет морфоструктуры Центральной (внутренней) зоны и представляет собой аккумулятивную равнину в виде заозеренных, заболоченных низменностей, приуроченных к блокам устойчивых интенсивных опусканий. Водораздельные плоскогорядовые равнины — области современного сноса — соответствуют блокам слабых поднятий. На основании влияния экзогенных процессов природно-климатических зон здесь образованы следующие структурно-геоморфологические комплексы: платформенные нивально-арктические ( $A_1$ ), нивальные ( $B_1$ ), гумидные ( $B_1$ ), субаридные ( $G_1$ ) (см. рисунок, фото 1, 2 Приложение, табл. 2).

В платформенный нивально-арктический структурно-геоморфологический ( $A_1$ ) комплекс входят структуры районов Крайнего Севера Западной Сибири, где развит рельеф, образованный ледниковыми, морскими, мерзлотно-солифлюкционными процессами. Сюда входят структуры Гыданской, Танамской, Хетской, Пур-Тазовской, Ненецкой возвышенностей и Усть-Обской, Северо-Гыданской, Мессояхской, Усть-Тазовской низменностей.

В платформенный нивальный структурно-геоморфологический комплекс ( $B_1$ ) входят районы северной тайги Среднего Приобья. Здесь преобладают структуры, развитые в зоне водно-ледниковых перигляциальных форм рельефа задровых равнин с локальным развитием термокарстовых форм рельефа. Структуры распространены в пределах Полуйской, Верхнетазовской возвышенностей и Нижнеобской, Надымской низменностей.

В платформенный гумидный структурно-геоморфологический ( $B_1$ ) комплекс входят структуры, развитые в пределах южной тайги Обь-Иртышского междуречья, Сибирских Увалов, Кондинской, Среднеобской, Обь-Тымской низменностей, где преобладают эрозионно-аккумулятивные формы рельефа с активными процессами линейной эрозии.

В платформенном субаридном структурно-геоморфологическом ( $G_1$ ) комплексе, развитом в сухой лесостепной зоне южной части Западной Сибири, наблюдаются структурно-денудационные плато, приподнятые наклонные равнины с эрозионно-аккумулятивными процессами, с реликтивными озерными котловинами. Структуры этого комплекса охватывают районы Предтургайской, Северо-Казахской, Барабинской равнин.

Переходная приплатформенная, предорогенная структурно-геоморфологическая ступень характеризуется незначительной мощностью чехла — первые сотни метров, а мощность земной коры 37,5—45 км; в

структурном отношении представляет собой внешнюю краевую зону морфоструктур Западно-Сибирской плиты. В краевой — внешней — зоне морфоструктур — или переходной ступени — в основном развиты приподнятые структурно-денудационные равнины и плато, соответствующие блокам — выступам фундамента с относительно интенсивными поднятиями. К этой ступени относятся и блоки предгорных слабых поднятий в виде горстов, глыбовых предгорных «прилавок». На юге — это междуречья межгорных и предгорных впадин — Бийско-Барнаульской, Кузнецкой, Минусинской; на западе — это отроги Уральского хребта, занятые денудационно-аккумулятивными равнинами и соответствующие блокам относительно слабых поднятий. Характерной особенностью приплатформенной предорогенной ступени является постепенное, большей частью моноклиналное, погружение структур горного обрамления под чехлом рыхлых отложений Западно-Сибирской плиты. В пределах предорогенной (II) структурно-геоморфологической ступени Западной Сибири выделены следующие структурно-геоморфологические комплексы (см. рисунок).

**Приплатформенный предорогенный, нивально-арктический (А<sub>II</sub>)** структурно-геоморфологический комплекс объединяет восточные отроги Полярного Урала, структуры которого продолжаются под чехлом Западной Сибири; для этого комплекса характерны мерзлотно-солифлюкционные, ледниковые формы рельефа. Структуры этого комплекса развиты в пределах Ямальской, Щучинской возвышенностей.

**Приплатформенный нивальный (Б<sub>II</sub>)** комплекс представляет собой морфоструктуры с ледниковыми, флювиогляциальными, перигляциальными формами рельефа задровых равнин. К ним относятся структуры Северо-Сосьвинской возвышенности на западе, Средне-тазовской возвышенности и Туруханской низменности на востоке.

**Приплатформенный гумидный (В<sub>II</sub>)** комплекс характеризуется преобладанием процессов глубинной эрозии, широким развитием овражно-балочной сети с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа приподнятых наклонных равнин, прилегающих к Енисейскому краю; это структуры, развитые в пределах Тавдинско-Кондинской равнины на западе, Кетско-Тымской, Южно-Енисейской, Чулымской и Приаргинской равнин — на востоке.

**Приплатформенный субаридный структурно-геоморфологический комплекс (Г<sub>II</sub>)** развит в сухой субаридной лесостепной и степной зонах. Структурами этого комплекса являются Туринская, Предтургайская, Северо-Казахстанская, Кулундинская, Барабинско-Пихтовая, Приобская приподнятые равнины и плато с рельефом, созданным суффозионно-карстовыми, эоловыми и эрозионно-аккумулятивными процессами.

**Орогенная структурно-геоморфологическая ступень** включает Алтае-Саянскую горную область, представляющую собой горное обрамление Западной Сибири; мощности земной коры здесь наибольшие — от 45 до 63 км. В пределах рассмотренного южного горного обрамления выделены Алтайский, Саяно-Тувинский структурно-геоморфологические регионы, развитые на разновозрастном складчатом основании с унаследованными инверсионными гетерогенными морфоструктурами. Активные глубинные разломы строго контролируют современный структурный план, районы распространения третичных и четвертичных базальтов, а также активное проявление сейсмичности. Новейший структурный план представляет собой блоки наиболее интенсивных поднятий в виде крупных приподнятых горстов, в современном рельефе выраженных высокогорным, интенсивно расчлененным рельефом, развитым в Туве, Восточном Саяне на докембрийском — раннепалеозойском основании; на Алтае — на палеозойском основании в виде высокогорного, альпийского рельефа. Высокогорные массивы, нагорья типа Сангилена, Восточного Танну-Ола с широким развитием на водоразделах древних поверхностей выравнивания соответствуют блокам устойчивых

поднятий. Рельеф блоков, испытывающих слабые тектонические движения, — среднегорный слаборасчлененный.

Для горного обрамления характерны «узкие» внутригорные впадины, образованные на месте опустившихся тектонических блоков, расположенных на высотах от 800 до 2200 м. Это межгорные впадины Алтая, Тувы, Западного Саяна, приуроченные к разломам. Кроме того, наблюдаются обширные блоки относительных опусканий, в современном рельефе выраженные денудационно-аккумулятивными равнинами с низкими горами, с мелкосопочником, с увеличенными мощностями кайнозойских отложений. В основном это блоки, расположенные на высоте от 500 до 1000 м в межгорных впадинах типа Хемчинской, Туранской, Улугхемской (или Кызыльской), Убсунурской.

В пределах орогенной (III) структурно-геоморфологической ступени в связи с вертикальной климатической зональностью могут (см. рисунок, фото 1—3) быть выделены следующие геодинамические структурно-геоморфологические комплексы.

**Орогенный нивально-арктический (А<sub>III</sub>)** комплекс с альпийскими, высокогорными формами рельефа со следами оледенений, с активными мерзлотно-солифлюкционными процессами. Комплекс развит в основном на Алтае, Западном и Восточном Саянах, в Восточной Туве с абсолютными отметками от 3000 м и выше, в пределах блоков интенсивных поднятий.

**Орогенный нивальный (Б<sub>III</sub>)** комплекс с активными гравитационно-солифлюкционными процессами, с перигляциальными формами рельефа высокогорий, с холмисто-выровненными пространствами древних поверхностей выравнивания на высотах от 2000 м и выше. Перигляциальные образования комплекса занимают зону по окраине древних или современных ледников. Рельеф комплекса осложнен, «отшлифован» главным образом деятельностью талых вод ледников. К ним относятся задры Тоджинской впадины в Туве, древние долины стока талых вод ледника, ледниковые, моренные подпрудные озера.

**Орогенный гумидный (В<sub>III</sub>)** комплекс развит в пределах среднегорья и низкогорья с эрозионно-аккумулятивными формами рельефа с преобладанием глубинной эрозии.

Комплекс распространен в основном в пределах Алтае-Саянской области, Енисейского кряжа и Урала.

**Орогенный субаридный (Г<sub>III</sub>)** комплекс развит в обширных межгорных впадинах Южной Минусы, Тувы, Северной Монголии; на западе к орогенному субаридному комплексу относятся морфоструктуры Южного Урала. В рельефе они представлены низкогорьем и мелкосопочником с обширными делювиально-пролювиальными шлейфами, конусами выноса. Подобные геодинамические структурно-геоморфологические комплексы могут быть выделены и на древних платформах, и эпигеосинклинальных, мобильных складчатых зонах, где эндоморфогенетические и экзоморфогенетические процессы наиболее ярко выражены, чем на молодых платформах и их обрамлениях.

Использование аэрокосмической информации при изучении геодинамических структурно-геоморфологических комплексов (СГК) имеет большое значение. Географическая зональность СГК позволяет при изучении новейших и современных тектонических движений по аэрокосмическим снимкам применять определенный набор методов исследования с учетом влияния экзогенных «затшевывающих» процессов, создающих «псевдо-тектонические» формы [Зятькова, 1979]. Каждый выделенный геодинамический, или структурно-геоморфологический, комплекс характеризуется определенными компонентами как экзоморфогенных, так и эндоморфогенных процессов, требующих особых методов исследований при структурно-геоморфологическом картировании с использованием космической информации; обладает своей тектонической структурой; имеет свой возраст и происхождение, ландшафтный облик, характер долин, склонов, вершинных поверхностей.

Структурно-геоморфологические комплексы со своими компонентами имеют границы, совпадающие с природно-климатическими зонами; они расположены в определенных природно-климатических зонах — в этом их основное отличие от морфоструктур, которые могут быть расположены сразу в нескольких природных зонах.

Специфические условия развития комплексов требуют определенных методов исследований с применением аэрокосмической информации для изучения проявления новейших тектонических движений, отражения тектонических структур в современном рельефе с учетом влияния экзогенных процессов.

Автором разработаны конкретные методы исследований новейших тектонических движений, влияния тектонических структур, роли разломов на формирование рельефа, развития морфоструктур во времени. Выделены определенные группы методов: геологические, структурно-геоморфологические, физико-географические, количественные инструментально-статистические, аэрокосмические; последние связаны с тематическим дешифрированием, изучением оптических плотностей и изменения фототона спрямленных и изометрических (кольцевых) образований [Зятькова, 1979]. Предложены конкретные методы структурно-геоморфологических исследований с применением аэрокосмической информации для выявления районов, перспективных для поисков нефтяных и газовых месторождений в платформенных условиях; для поисков гипергенных, россыпных месторождений в переходной — предороговой зоне; для выявления сейсмической активности и рудного проявления в орогенных условиях. Широкое использование аэрокосмической информации при структурно-геоморфологических исследованиях обуславливает необходимость математической обработки информации для автоматизации процессов дешифрирования, отбора ведущих индикаторов структурно-геоморфологических признаков.

При изучении СГК с помощью дистанционных методов при дешифрировании космических снимков надо учитывать прямые и косвенные признаки, а также теневой эффект исследуемых объектов для определения сведений о процессах, явлениях и объектах земной поверхности в пределах СГК.

Знание специфических особенностей этих признаков в зависимости от климатической зональности, проявления эндогенных и экзогенных процессов, связанных с историей развития рельефа исследуемого региона, — все это позволяет устанавливать на аэрокосмических снимках пространственно-временные изменения исследуемых структурно-геоморфологических комплексов. Кроме того, необходимо изучать фотогеничные и нефотогеничные стороны объектов и явлений, которые меняются в зависимости от среды и состояния процесса, от технических условий и времени съемки. Поэтому при дешифрировании космических снимков очень важно учитывать особенности развития каждого геодинамического структурно-геоморфологического комплекса. Выделение геодинамических структурно-геоморфологических комплексов позволит на новом уровне подойти к изучению эволюции новейших тектонических движений; к выявлению геодинамических связей поверхностных и глубинных структур, включая эндодинамические и экзодинамические процессы как звенья единого эволюционного ряда явлений, обусловленных внутренними и внешними глубинными процессами Земли.

Только комплексный геодинамический подход к изучению этих взаимосвязей в сочетании с использованием аэрокосмической информации позволит правильно понимать неотектонические процессы, наблюдаемые на поверхности Земли. Тщательный анализ космических снимков при изучении структурно-геоморфологических комплексов поможет в решении одного из важнейших вопросов — прогнозирования развития природной среды, динамики природных процессов и связанного с ними поиска полезных ископаемых.

- Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.** Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1979. 155 с.
- Аэрокосмические методы в географических исследованиях Сибири и Дальнего Востока.** Иркутск: изд. ИГиСДВ, 1981. 143 с.
- Бреханов А. В., Господинов Г. В., Книжников Ю. Ф.** Аэрокосмические методы в географических исследованиях. М.: Изд-во Московск. ун-та, 1982. 232 с.
- Воробьев В. В., Пластинин Л. А., Белов А. В. и др.** Аэрокосмические методы и материалы в географических исследованиях Сибири.— В кн.: Аэрокосмическая информация как источник ресурсного картирования. Иркутск: изд. Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1979, с. 3—21.
- Горшков С. П.** Экзодинамические процессы освоенных территорий. М.: Недра, 1982. 286 с.
- Григорьев А. А., Будыко М. И.** Климатические пояса природных зон (Карта).— В кн.: Атлас. М.: ГУГК, 1964.
- Дедков А. П.** Климато-геоморфологические зоны и типы морфогенеза.— В кн.: Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: изд. Казанск. ун-та, 1977, с. 91—97.
- Зятькова Л. К.** Структурная геоморфология Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. 240 с.
- Николаев Н. И.** Неотектоника и проблемы современной динамики литосферы.— В кн.: Неотектоника и современная динамика литосферы. Т. 1. Таллин: изд. Института геологии АН ЭССР, 1982, с. 3—5.
- Рождественский А. П.** О взаимодействии и соотношении внутренних и внешних факторов рельефообразования.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Новосибирск: Наука, 1982, с. 90—98.
- Спирidonov А. И.** Общие и региональные проблемы климатической геоморфологии.— В кн.: Климоморфогенез и региональный географический прогноз. Владивосток: изд. Тихоокеанского института географии ДВНЦ АН СССР, 1980, с. 3—10.
- Философов В. П., Наумов А. Д., Зайonc В. И. и др.** Теоретические основы историко-генетического метода исследования рельефа.— В кн.: Проблемы системно-формационного подхода к познанию рельефа. Наука: Новосибирск, 1982, с. 98—108.
- 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., Юдин В. С.** Комплексные аэрокосмические методы исследования природных ресурсов Земли.— В кн.: Первая Всесоюзная конференция. Биосфера и климат по данным космических исследований. Баку: изд. ЭИМ, 1982, с. 144—146.

И. А. ВОЛКОВ

### ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И НОВЕЙШИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Использование дистанционных методов при камеральных и наземных экспедиционных исследованиях позволило выявить многие новые особенности геологического строения и рельефа, а также обосновать ряд важных палеогеографических выводов для западной части Обь-Иртышского междуречья, Кондинской низины, правобережья широтного отрезка Оби, Белогорья и Сибирских Увалов. Исследования проводились на основе использования мелко- и среднемасштабных космических снимков (преимущественно зимних) и аэроснимков различного масштаба; широко практиковались также аэровизуальные полеты. Наземные наблюдения, сопровождавшиеся описанием естественных разрезов, ручным бурением и шурфовыми работами, охватывали предварительно намеченные ключевые участки, по возможности включающие все основные и наиболее характерные геологические образования. Полученные данные экстраполировались на остальную территорию.

Наиболее важной чертой геологического строения центральных районов Западной Сибири, отчетливо отображаемых на мелкомасштабных космических снимках и иных дистанционных материалах, является тес-

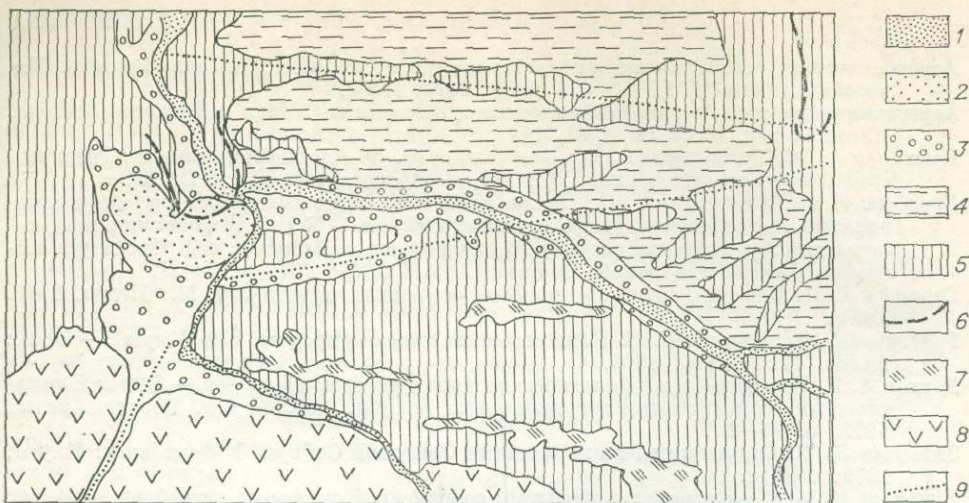


Рис. 1. Основные черты геологического строения и рельефа центральной части Западной Сибири, отраженные на зимнем телевизионном космическом снимке ИСЗ системы «Метеор».

1 — пойма и первая речная терраса крупных рек; 2 — поздняя поозерная озерная равнина северной части Кондичской низины (максимальная озерная береговая линия 40—45 м); 3 — ингрессионная озерная равнина раннего поозерного периода (максимальная озерная береговая линия бассейна на отметках, близких к 60 м); 4 — слабонаклонные равнины на осадках Мансийского и Шуровского озерных бассейнов времени сартанской ледниковой эпохи с мелкобразными озерными котловинами и долинами; 5 — относительно возвышенная сартанская озерная равнина на озерных и субарктических осадках с глубоким эрозивным расчленением; 6 — краевые моренные валы Обской и Енисейской (вероятно, позднечетвертичных) ледниковых долин; 7 — плоская нерасчлененная между-речная заболоченная равнина на субарктических и озерных осадках в пределах таежной зоны; 8 — слабо расчлененная относительно возвышенная южная окраина Западно-Сибирской равнины в пределах лесостепи и степи; 9 — главные линеаменты Западно-Сибирской равнины, резко отраженные в рельефе, в ландшафтах.

ная связь новейших отложений и рельефа с региональными дизъюнктивными структурными элементами. Среди множества линеаментов по резкой выраженности в ландшафтах и рельефе (рис. 1) выделяются два субширотных: Сибирско-Увальский и отходящий от него под острым углом к западу-юго-западу — Вах-Салымский. С положением этих линеаментов тесно связаны основные особенности строения новейших отложений, рельефа и ландшафта. Третий линеамент проходит по прямолинейной долине рек Тобола, Убагана и Тургая.

Основным является Сибирско-Увальский линеамент, который прослеживается в западной части Сибирской платформы, в районе низовьев Подкаменной Тунгуски, пересекает долину Енисея и далее следует по гребню Сибирских Увалов. На западе с ним связана долина Казыма. На значительном протяжении линеамент совпадает с водоразделом Оби и северных рек Западной Сибири. Вах-Салымский линеамент отходит от Сибирско-Увальского в западной части Сибирской платформы. К нему приурочена крупная излучина Енисея в районе устья Подкаменной Тунгуски, а западнее — левый крутой и прямолинейный в плане склон долины Ваха. Долину Оби линеамент пересекает несколько южнее устья этой реки. На Обь-Иртышском междуречье с ним совпадает резкий перегиб склона на левобережье Оби к юго-западу от г. Александровского. Долину р. Бол. Югана линеамент пересекает южнее слияния его с Мал. Юганом. Далее с ним совпадает резкий и крутой северный уступ сквозной Салым-Юганской долины, выходящей на западе в низовьях р. Демьянки. По-видимому, положение правого берега Иртыша ниже устья этой реки также отчасти контролируется этим линеаментом.

Охарактеризованные линеаменты, имеющие столь ясное выражение в рельефе, несомненно, отражают важные особенности структуры фундамента и чехла Западно-Сибирской плиты. Выявление этих особенностей крайне важно не только в теоретическом, но и в практическом отношении. Крупный блок, ограничиваемый линеаментами и включающий право- и

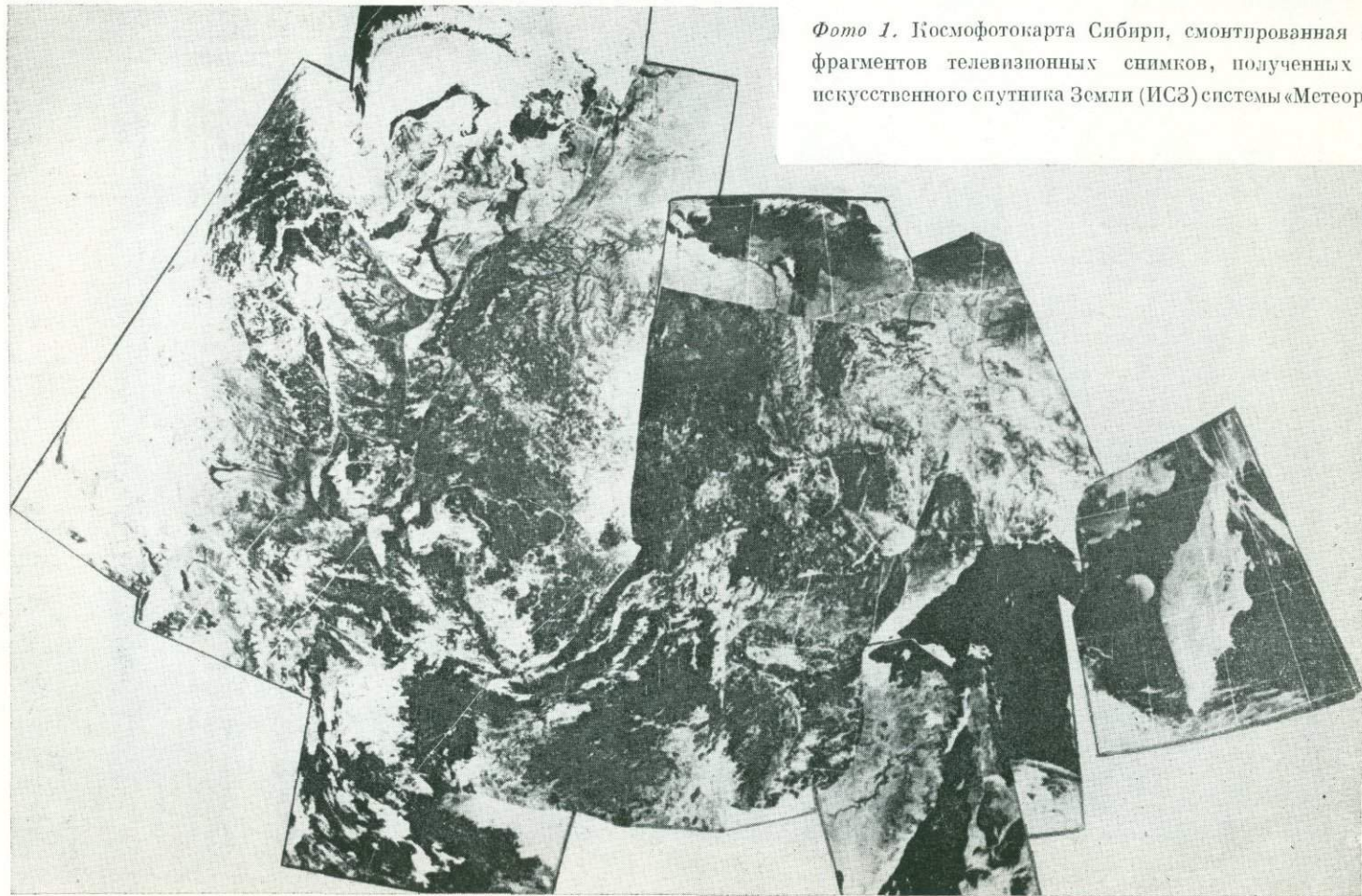


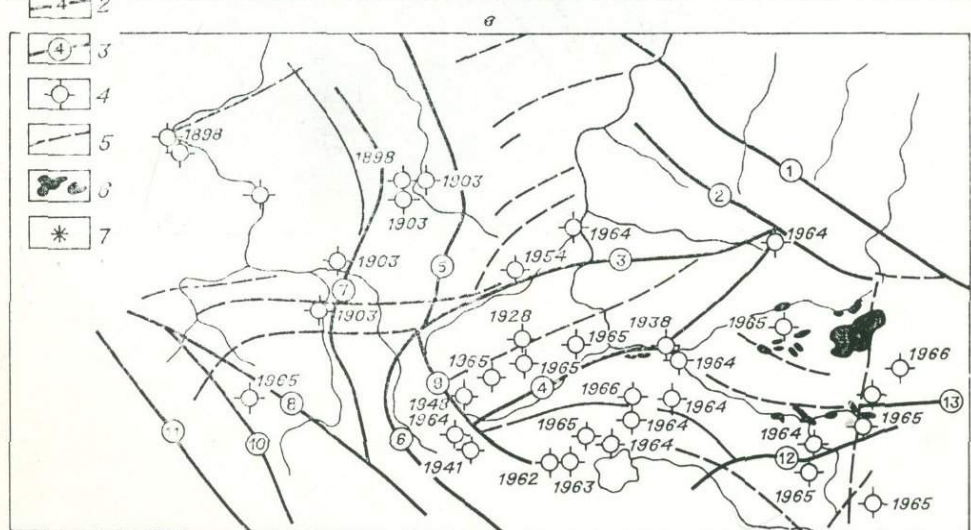
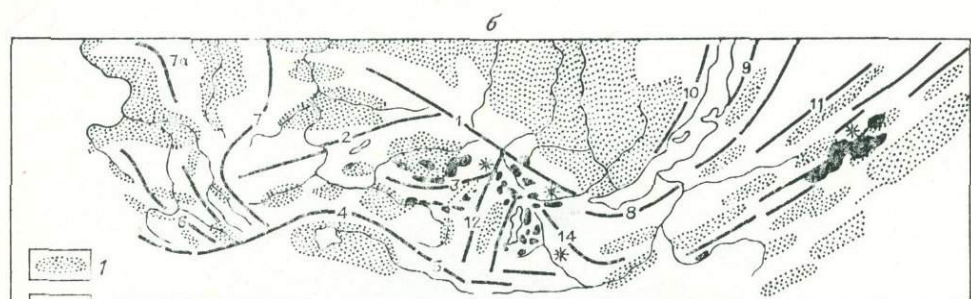
Фото 1. Космофотокарта Сибири, смонтированная из фрагментов телевизионных снимков, полученных с искусственного спутника Земли (ИСЗ) системы «Метеор».



**Фото 2.** Отражение природно-климатических зон на телевизионных снимках ИСЗ «Метеор».

*а* — Западная Сибирь, февраль 1977 г.; *б* — Сибирская платформа, март 1977 г.  
**Природно-климатические зоны:** с экзогенными процессами, затуманивающими проявления новейшей тектоники и отражения тектонических структур в рельефе: *А* — нивально-арктическая с морозно-солифлюкционными, термокарстовыми процессами; *Б* — нивальная, морозно-солифлюкционная, эрозионно-аккумулятивная (северная тайга); *В* — гумидная с эрозионно-аккумулятивными процессами (южная тайга); *Г* — субаридная лесостепная с суффозионно-карстовыми процессами, волзовыми, эрозионно-аккумулятивными (стенная, лесостепная).





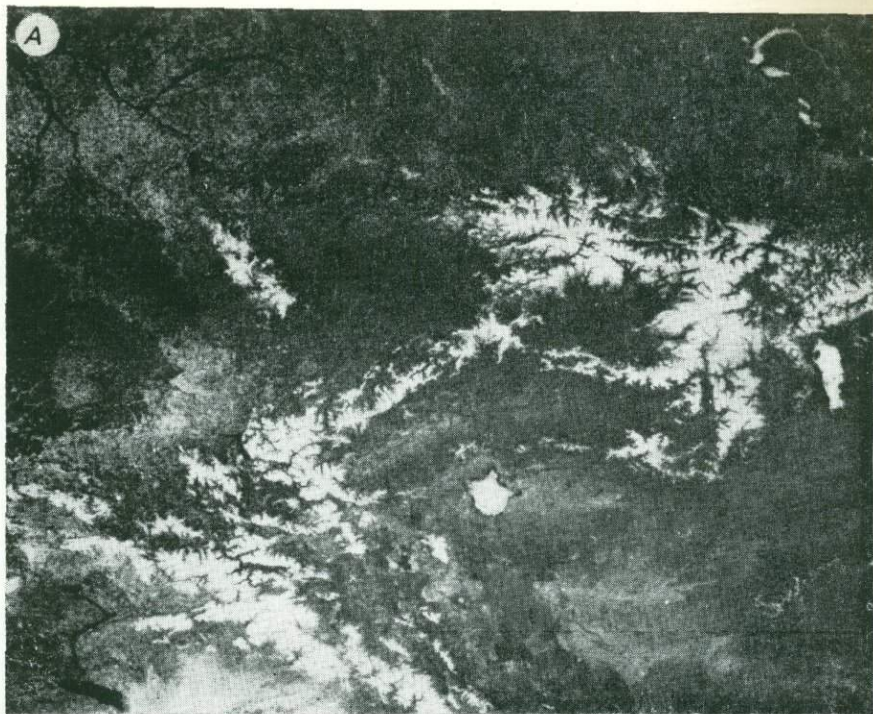


Фото 2. Фрагмент телевизионного снимка с искусственного спутника Земли системы «Метеор» (май 1980 г.). А — Алтай-Саянская горная область; Б — схема отдешифрованных основных глубинных разломов. Четко отражены разломы: Восточно-Саянский (1), Западно-Саянский (2), Таннуольский (3), Шапшальский (4), Кузнецко-Алатауский (5), юго-западное продолжение Байкальской рифтовой зоны (6).

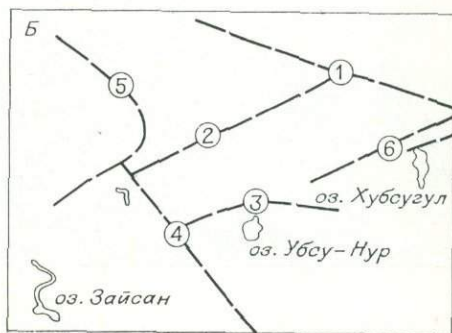
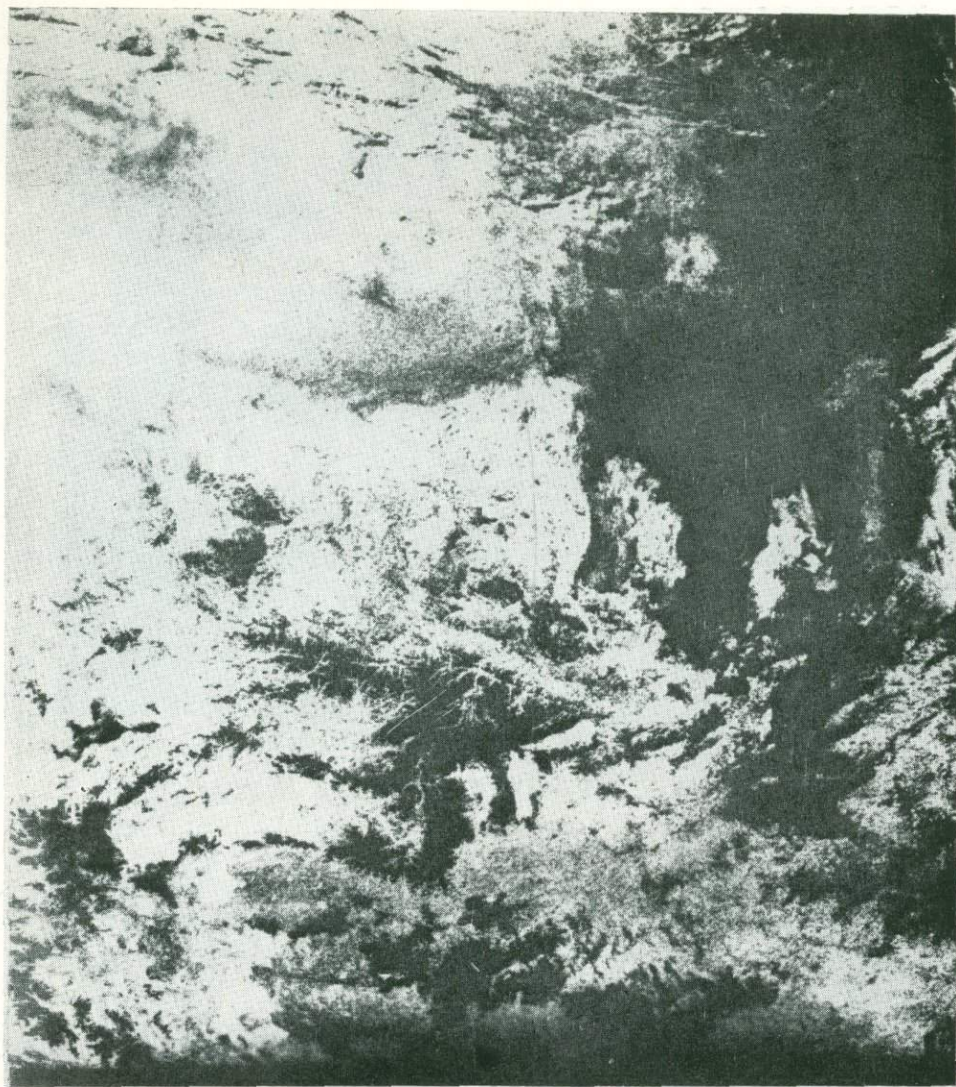


Фото 1. Район сопряжения Алтай-Саянской горной области и Прибайкалья.

а — фрагмент телевизионного снимка с искусственного спутника земли (ИСЗ) системы «Метеор», б — расположение основных осей современных поднятий; в — эпицентр землетрясений. 1 — внутри-, меж-, предгорные впадины; 2 — основные оси современных поднятий, фиксируемые на космоснимках (поднятия: 1 — Восточно-Саянское, 2 — Западно-Саянское, 3 — хребет акад. Обручева, 4 — Таннуольское, 5 — Сангилденское, 6 — Алтайское, 7 — Кузнецко-Алатауское, 7а — Салаирское, 8 — Хамардабанское, 9 — Баргузинское, 10 — Байкальское, 11 — Витимского плоскогорья, 12 — Западно-Дархатское, 13 — Хардык-Сардыкское, 14 — Джидинское; 3 — основные глубинные активные разломы, предопределившие новейший структурный план (1 — Главный Восточно-Саянский, 2 — Сисимо-Казырский, 3 — Саяно-Минусинский, 4 — Саяно-Тувинский, 5 — Кузнецко-Алатауский, 6 — Чокракский, 7 — Сарасинско-Курайский, переходящий в Салаирский, 8 — Чарышско-Теректинский, 9 — Шапшальский, 10 — Глубинный разлом северо-восточной зоны Рудного Алтая, 11 — Иртышский, 12 — Агордагский, 13 — Каахемско-Окинский); 4 — зафиксированные землетрясения силой более 7—8 баллов (рядом годы землетрясений); 5 — оси современных поднятий, слабо фиксированные на космических снимках; 6 — третичные и четвертичные базальты; 7 — конусы потухших вулканов.



*Фото 3.* Фрагмент телевизионного снимка с ИСЗ «Метеор» Алтае-Саянской горной области Тувы, обработанного на ЭВМ по программе «Эквализация». Четко выделяются границы межгорных впадин (см. район оз. Хубсугул, Сангилен, Тоджинской впадины). Район сейсмической активности, излияния третичных—четвертичных базальтов, распространения молодых вулканических аппаратов.



*Фото 4.* Фрагмент телевизионного снимка с ИСЗ «Метеор» (сентябрь 1980 г.) Алтае-Саянской горной области, Тувы, обработанный на ЭВМ по программе «Контрастирование». Выделены более четко контуры границ межгорных впадин: Тоджинская (а), Тувинская (Хемчикская) (б); Кызыльская (в), Убсунурская (г), Хубсугульская (д).

Большая часть снимка занята облачностью.

К ст. Л. К. Зятыковой  
ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
«СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ (ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ)  
КОМПЛЕКСОВ...»

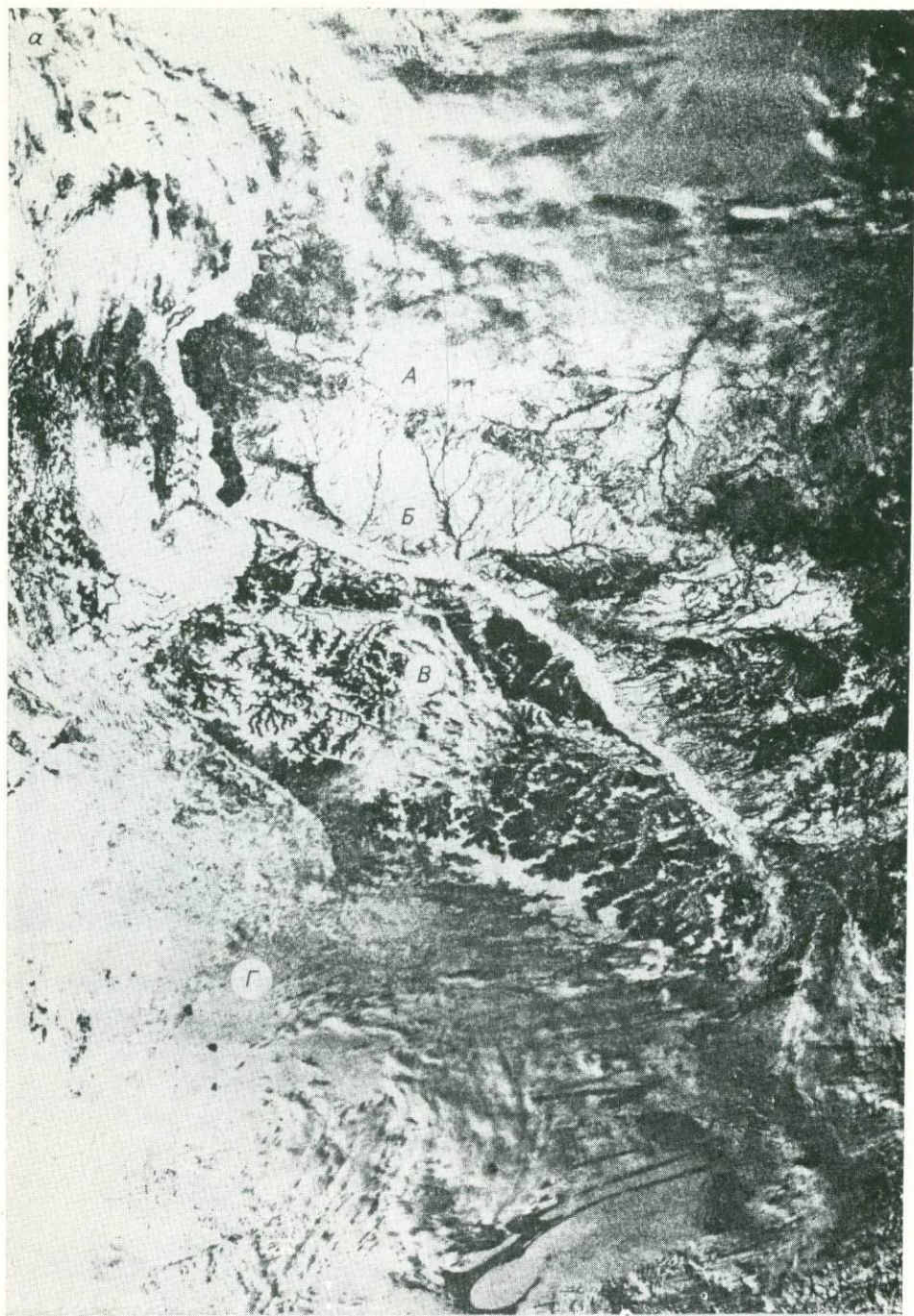


Фото 1. Фрагмент телевизионного снимка с ИСЗ «Метеор», Западная Сибирь (а — в феврале 1977 г., б — в июле 1978 г.). Отражение молодых платформенных структур и природно-климатической зональности. Верхняя часть снимка — облачность. Структурно-геоморфологические зоны распространения геодинамических комплексов:



*А* — платформенная тундровая, нивально-арктическая, *Б* — платформенная северо-таежная, лесотундровая, *В* — платформенная южно-таежная гумидная; *Г* — платформенная, лесостепная, степная, субаридная (в зимний период).



*Фото 2.* Фрагмент телевизионного снимка с ИСЗ «Метеор» (февраль 1977 г.). Западно-Сибирская платформенная ступень. Внутренняя (Центральная) область развития морфоструктур. Обская долина приурочена к границе сопряжения блоков, отделяющей северные Нур-Тазовские субмеридиональные от южных (Приартышско-Приобских субширотных морфоструктур. Разнообразный характер блоков подчеркивается различным рисунком эрозионной сети (верхняя и центральная части снимка).



Фото 3. Фрагмент телевизионного снимка с ИСЗ «Метеор» (март 1980 г.). Западно-Сибирская платформенная и Приенисейская приплатформенная ступени, переходная зона сопряжения молодой (Западно-Сибирской) плиты и древней (Сибирской) платформы. В правой части снимка, вдоль Енисейского разлома, четко выражен Туруханский грабен, подчеркивается ландшафтными особенностями природно-климатических зон.

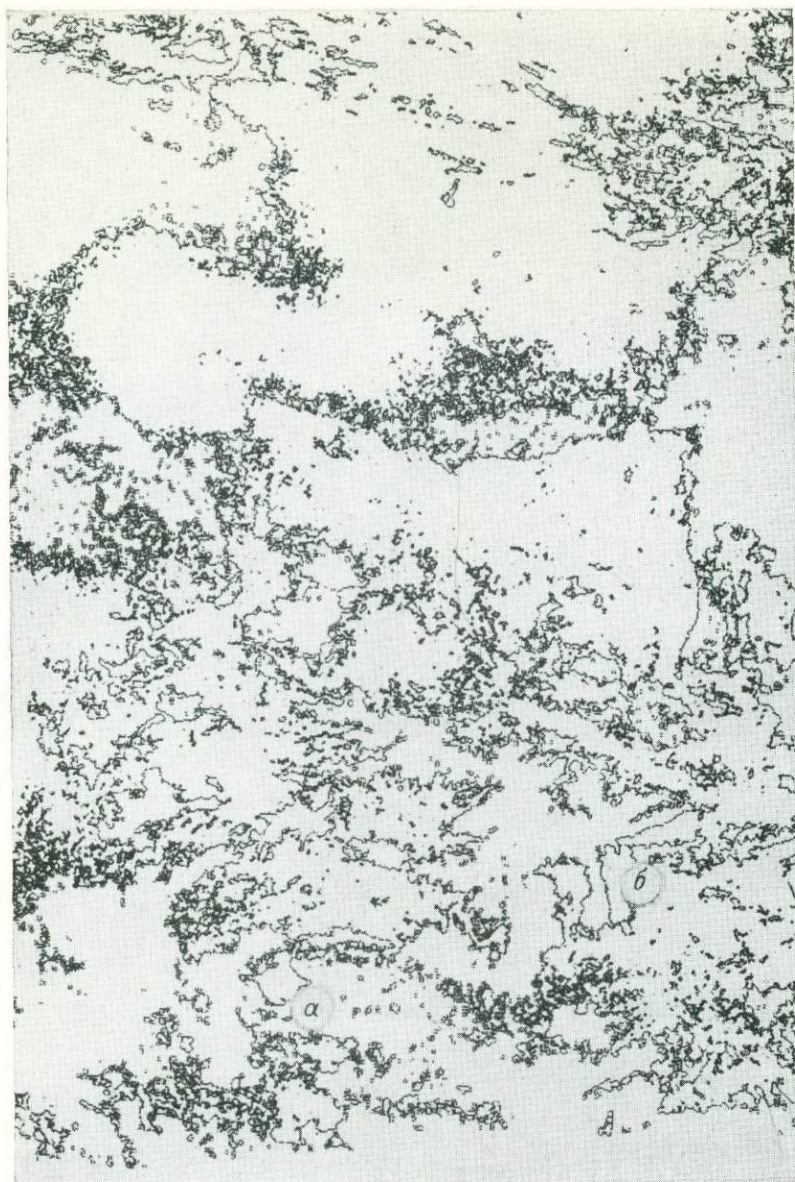


Фото 4. Фрагмент телевизионного снимка, обработанного на ЭВМ методом выделения контуров.  
Озера: а — Убсунур, б — Хубсугул.

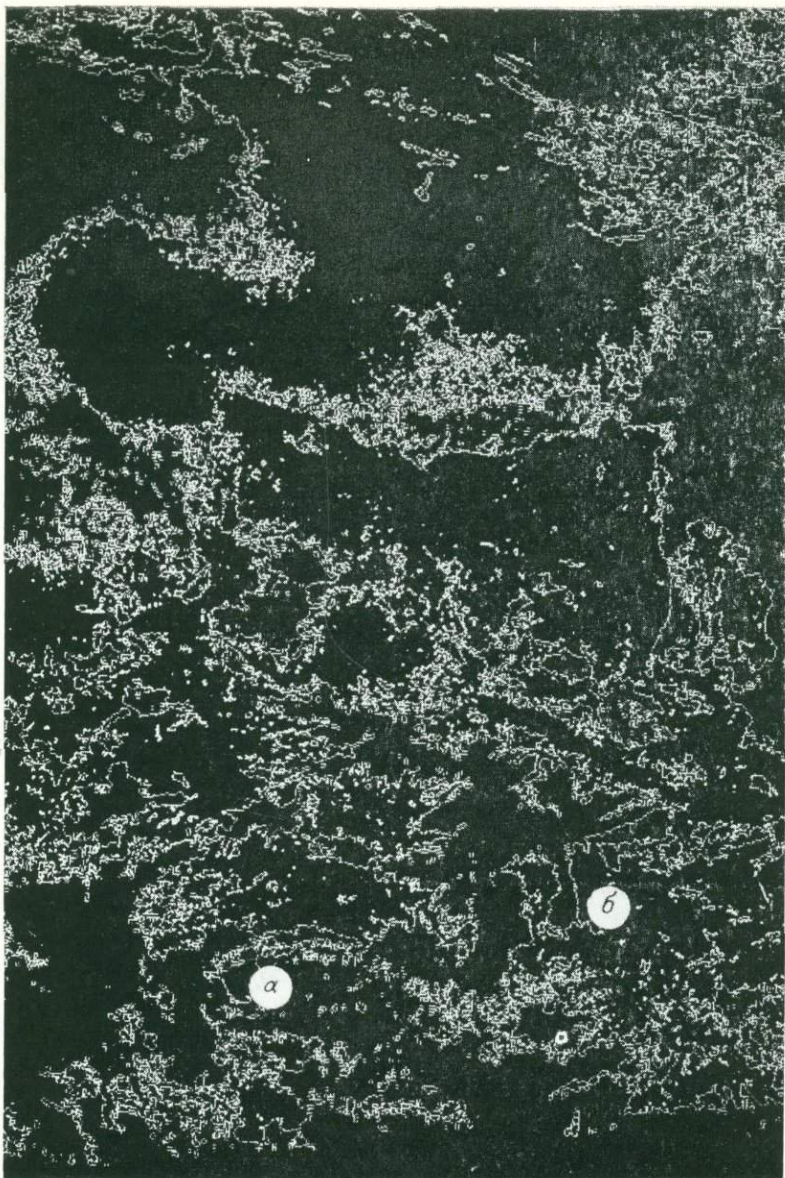


Фото 5. Фрагмент телевизионного снимка, обработанного на ЭВМ методом контрастирования. Выделение границ (позитив, см. фото 5).



Фото 6. Фрагмент телевизионного снимка, обработанного на ЭВМ методом выделения нескольких уровней по степени яркости, подчеркивающим ландшафтные особенности (см. фото 5).



Фото 7. Фрагмент осеннего телевизионного снимка Алтае-Саянской горной области («Метеор», октябрь, 1980). Четко просматривается Восточно-Саянская зона глубинного разлома (1).

Озера: а — Убсунур, б — Хубсугул.



Фото 8. Фрагмент весеннего телевизионного снимка Алтае-Саянской горной области и прилегающих районов Западной Сибири, Сибирской платформы («Метеор», март, 1980).

Сейсмически активные зоны: 1 — Восточно-Саянская, 2 — Тункинская, 3 — Шапшальская. Впадины: а — Убсунурская, б — Бийско-Барнаульская, в — Кузнецкая, г — Минусинская.

левобережье широтного отрезка Оби, как известно, является основным нефтеносным районом Западной Сибири. В новейшее время на протяжении четвертичного периода охарактеризованные линейные элементы существенно контролировали процессы денудации и осадконакопления. По-видимому, в это время движения по дизъюнктивам, которые отражают линейные элементы, продолжались, поэтому выражение их в рельефе и современных ландшафтах сохранилось столь ясно.

Важные новые данные получены по характерной для Западной Сибири ярусности рельефа, с которой тесно связана пространственная дифференциация отложений различного состава, генезиса и возраста. Особенно интересные результаты дало изучение наиболее молодых, низких, ступеней рельефа. Анализ материалов дистанционных методов, топографических и специальных карт в сочетании с наземными исследованиями позволил показать, что возвышенные и основные междуречные пространства западной части Обь-Иртышского междуречья, а также обширные останцы правобережья Оби на ее широтном отрезке представляют собой верхнечетвертичную озерную равнину, сложенную слоистыми и неслоистыми озерными осадками, почти повсеместно прикрытыми тонким чехлом своеобразных субаэральных плохо сортированных суглинков. Этот чехол спускается и на низкие ступени рельефа. Он отсутствует лишь на новейшей озерной низине, регионально развитой первой террасе и пойме рек. Субаэральные суглинки центральных слабо расчлененных междуречий почти повсеместно перекрыты торфом современных болот. На склонах они залегают обычно на поверхности, являются материнской породой современных почв и той геологической основой, на которой развиты современные ландшафты, включая и такой важный в практическом отношении их элемент, как лесной покров. Структура последнего в значительной степени связана со своеобразным пологохолмистым микро-рельефом, весьма характерным для субаэрального покрова всей таежной полосы Западной Сибири.

На склонах и дне долин суглинки местами сменяются древними эоловыми песками, нередко обладающими мелкобугристым и мелкогрядовым рельефом. Часть водных осадков, подстилающих эти пески, по-видимому, несколько моложе покрова суглинков. Кроме возвышенных и основных водораздельных пространств, достаточно ясно прослеживается их сниженная часть, тяготеющая к крупным долинам. Преобладают отложения легкого состава (легкие суглинки, супеси, пески). Покровные осадки здесь обычно также имеют более легкий состав.

Общая стратиграфическая и геоморфологическая позиция покрова субаэральных суглинков и иных отложений, их фациальных и возрастных аналогов свидетельствует о его сартанском (позднезырянском) возрасте, что подтверждается также имеющимися радиоуглеродными датами и результатами проведенных исследований погребенных почв. Совокупность имеющихся фактических данных позволяет рассматривать этот покров как возрастной аналог ельцовского (сартанского) лёсса южной части Западной Сибири.

Анализ по материалам дистанционных методов пространственного размещения геологических образований различного возраста и генезиса позволил выявить ряд важных особенностей развития древних континентальных отложений на Западно-Сибирской равнине. На зимних космических мелко- и среднемасштабных снимках с исключительной четкостью отображаются древние ледниковые моренные лопасти, возникающие в районах долин Оби и Енисея. Они оконтурены мощными возвышенными поясами конечных моренных образований, обладающих сложным бугристым и грядовым рельефом. Густые хвойные леса, почти сплошь распространённые в таких районах, отображаются на космических и аэроснимках в виде почти черного тона.

Обская лопасть протягивается от Сибирских Увалов на юг на 300—350 км вплоть до района устья Иртыша. Она имеет ширину около 200—220 км, причем ее южный край прорван Обью и Иртышом. Между этими

реками сохраняется ограниченный по площади эрозионный останец первоначально сплошного моренного пояса, известный под названием Самаровской «горы» (район городов Самарово и Ханты-Мансийск).

Енисейская лопасть протягивается на юг от восточной части Сибирских Увалов на 250—300 км при ширине около 200 км. Вблизи южного края пояса конечных моренных образований оконтуривает два древних ледниковых языка. Большой из них был связан с районом долины р. Елогуя, а меньший — долины р. Енисея. Енисейская лопасть существовала не только во время максимума продвижения льда, но и в ранние стадии отступления ледникового края, поэтому ее восточный и западный пояса хорошо прослеживаются вдоль долины Енисея и в более северных районах. Расположение моренных поясов свидетельствует, что лопасть и здесь имела ширину, близкую к 200 м. Приблизительно на широте Туруханска западный моренный пояс постепенно отходит к западу, принимая почти широтное направление.

Сибирские Увалы отображаются на космических снимках в виде неоднородной темной полосы, обусловленной чередованием здесь лесных и болотных ландшафтов. Эта полоса протягивается от долины Оби в восток-юго-восточном направлении, т. е. от Обской лопасти к Енисейской. Новейшие исследования, в том числе и работы Сибгипротранса, вдоль трассы железной дороги Сургут — Уренгой (устное сообщение геолога И. Г. Ермакова) окончательно подтвердили вывод о том, что Сибирские Увалы представляют собой полосу древних конечных моренных образований, сложенную в основном отложениями ледникового комплекса.

Положение Обской и Енисейской древних ледниковых лопастей свидетельствует об общем направлении движения ледника во время их формирования с севера на юг. На это же указывает и положение полосы конечных ледниковых образований на Сибирских Увалах. Поворот западной полосы краевых образований Енисейской лопасти на запад, к широте Туруханска, свидетельствует о том, что субширотный сплошной фронт южного края ледник имел и позже, когда он окачивался значительно севернее Сибирских Увалов. Таким образом, материалы дистанционных исследований показывают, что континентальный ледник Западно-Сибирской равнины в моменты его максимального распространения и позже занимал весь север этой равнины. Конфронтация Уральского и Сибирского центров была характерна лишь для поздних, заключительных этапов ледниковых стадий.

Среди исследователей Западной Сибири господствует мнение, что по гребню Сибирских Увалов проходит краевая зона максимума тазовской стадии среднечетвертичной ледниковой эпохи. Этот вывод, однако, нельзя пока считать окончательным. Не исключено, что возраст этих краевых образований, в том числе конечных морен Обской и Енисейской лопастей, может оказаться значительно более молодым. Краевые же образования Енисейской лопасти на широте Туруханска, несомненно, имеют сартанский (позднеюрмский) возраст. Их конфигурация показывает, что и в то время край ледника протягивался широтой от Урала к Среднесибирскому плоскогорью.

Обширные слабонаклонные равнины, примыкающие к южному и северному склонам Сибирских Увалов, отображаются на зимних космических снимках светлым, местами почти белым тоном; так как здесь лесов мало — преобладают озерно-болотные ландшафты. На междуречьях широко распространены осадки легкого состава (пески, супени, реже — легкие суглинки). Долины на этих равнинах слабо врезаны и имеют только пойму и первую террасу. Во многих местах к долинам примыкают озерно-дельтовые образования, которые ясно прослеживаются во время аэровизуальных наблюдений, на среднемасштабных космических снимках и на аэроснимках. Их присутствие свидетельствует о том, что во время формирования конечных ледниковых образований на Сибирских Увалах южнее ледника располагалось озеро. Во время постепенного неравномерного снижения его уровня и формировались озерные дельты. Ввиду

этого наклонную равнину, простирающуюся южнее Сибирских Увалов (да и равнину к северу от них тоже), нельзя рассматривать как субэвральную зандровую. Это было дно приледникового озера, средние глубины которого на правобережной равнине широтного отрезка Оби в максимум поднятия уровня воды исчислялись первыми десятками метров. Отсутствие террас, кроме первой, говорит о том, что озеро существовало в сарганское время. Первая терраса здесь, как и в других районах Сибири, формировалась в позднеледниковье и в самом начале голоцена. Эти же особенности строения гидросети заставляют сомневаться в тазовском возрасте краевых образований Сибирских Увалов, Обской и Енисейской ледниковых лопастей. По-видимому, они образовались значительно позже.

На материалах дистанционных методов исследований четко отображаются две наиболее молодые озерные ступени, занимающие в центральной части Западной Сибири весьма обширные территории. Образование этих ступеней связано с последними этапами сокращения приледникового подлудного озерного бассейна. Верхняя терраса отделена от более древних поверхностей уступом, который наиболее ясно выражен на левобережье широтного отрезка Оби. Здесь фаза этой самостоятельной озерной трансгрессии или, вероятнее, возвратного повышения уровня озера на фоне общего его понижения имела характер ингрессии в низовьях сформировавшихся долин. Береговая линия максимума трансгрессивной фазы расположена на абсолютных отметках, близких к 60 м.

В центральных районах Западной Сибири рассматриваемая терраса занимает обширные пространства на широтных отрезках долин Оби, Иртыша, в центральных и южных частях Кондинской низины. В виде неширокой полосы она протягивается на дне сквозной Салым-Юганской долины и на левобережье Оби ниже устья Иртыша. Следы озерно-абразионной обработки существовавших ранее эрозионных уступов на левобережье широтного отрезка Оби выражены особенно ясно. Так, например, в низовьях большинства левых притоков Оби во многих местах хорошо сохранились древние озерные пляжи и прибрежные валы, протягивающиеся параллельно древним береговым уступам в краевых частях площадки террасы в виде нешироких полос, обычно покрытых бором. Эти полосы ясно отображаются на аэроснимках в виде темных линий. Сама площадка террасы на мелко- и среднемасштабных зимних космических снимках имеет характерный полосчатый рисунок, обусловленный чередованием заболоченных междуречий и облесенных неглубоко врезанных долин.

Самая молодая и низкая озерная терраса занимает всю северную часть Кондинской низины. На зимних космических снимках мелкого и среднего масштаба она образует светло-серый неправильно овальный контур с резкими границами. Он вытянут широтно западнее приустьевом отрезка Иртыша приблизительно на 300 км при ширине 100—150 км. В восточной части поверхность террасы имеет отметки, близкие к 40 м. Здесь прослеживается древний береговой озерно-абразионный уступ, отделяющий дно существовавшего в этом месте озера от более высокой террасы и иных поверхностей. В западном направлении, по мере приближения к Уралу, поверхность дна бывшего озера постепенно повышается до 50—60 м. Такой его перекоп, вероятно, связан с гляциоизостатическим поднятием Среднего Зауралья уже позже исчезновения озера.

Характерной особенностью новейшей озерной террасы является почти повсеместная глубокая переработка верхней части озерных осадков преимущественно легкого состава эоловыми процессами. Здесь широко распространены вытянутые субширотно древние песчаные гряды (по местному «мавры»), осложненные мелкобугристым и мелкогрядовым эоловым рельефом. Эти гряды, покрытые борами, особенно четко отображаются на среднемасштабных космических и аэроснимках в виде почти черных полос. Поверхность террасы за пределами гряд слабо расчленена. Здесь распространен озерно-болотный ландшафт, выраженный на снимках очень светлым тоном. На летних снимках озера отображаются в виде темных пятен, резко отличных по характеру границ и структуре изображения от

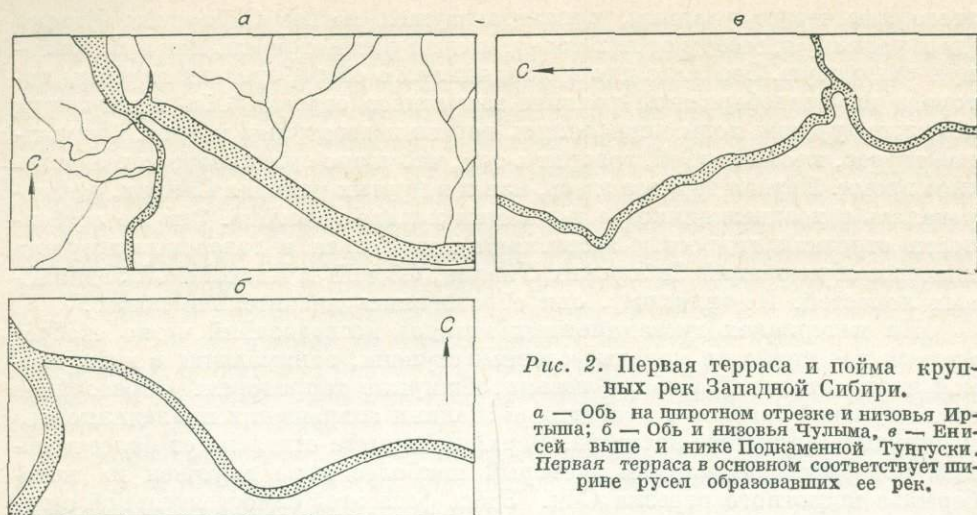


Рис. 2. Первая терраса и пойма крупных рек Западной Сибири.

а — Обь на пиротном отрезке и низовья Иртыша; б — Обь и низовья Чулыма, в — Енисей выше и ниже Подкамненной Тунгуски. Первая терраса в основном соответствует ширине русел образовавшихся ее рек.

древних эоловых гряд. Плоский озерно-болотный рельеф образовался в голоцене. Первичный эоловый рельеф, существовавший ранее начала процессов болотообразования, был сложно расчлененным.

Наиболее молодой и низкой ступенью рельефа в Западной Сибири является дно современных долин, ограниченное поймой и первой террасой. На космических и аэроснимках в пределах таежной зоны она отображается в виде правильной, гидродинамически обусловленной светлой ленты в осевой части долин, так как здесь обычно преобладает болотный ландшафт. Во всех долинах бассейна Оби и Енисея четко выделяется серия аллювия, связанная с образованием первой террасы. На материалах

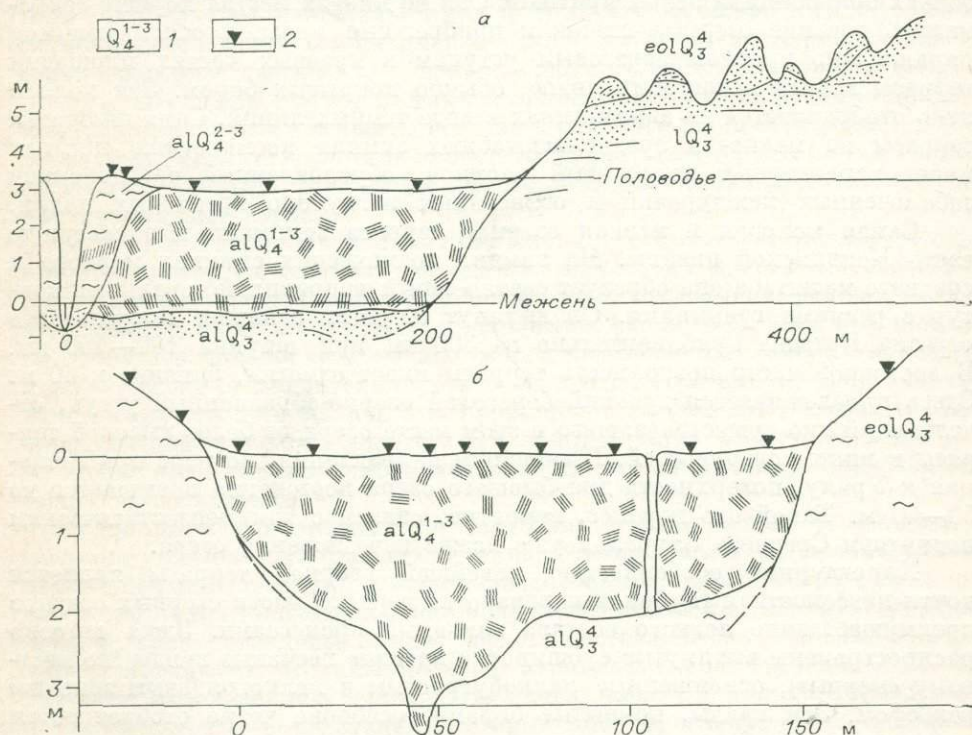


Рис. 3. Соотношение осадков первой террасы, поймы и торфа в местных долинах северной части Обь-Иртышского междуречья.

а — Ларь-Еган выше оз. Юдино; б — мелкий приток в верховьях той же реки. 1 — время накопления осадков разного генезиса; 2 — положение скважин ручного бурения. Аллювий первой террасы залегает ниже отложений поймы и перекрыт слоем торфа значительной мощности. Гипсометрически поверхность террасы и поймы слабо различается.

дистанционных исследований особенно ясно видно, что эта терраса сформировалась в условиях стока, во много раз превосходившего по интенсивности современный. Это был последний этап резкого увлажнения климата, которое, вероятно, совпало с похолоданием позднего триаса. Реки были в то время весьма многоводными и очень слабо меандрировали. Во многих местах мелких и крупных транзитных долин современная первая терраса по ширине совпадает с руслом реки, существовавшей во время формирования этой террасы (рис. 2).

Аллювий первой террасы почти всюду значительно грубее современного. Обычно он залегает гипсометрически ниже не только уровня современных половодий, но в значительной мере и ниже меженного уреза современных рек. В пределах таежной зоны в мелких и средних местных долинах он обычно перекрыт торфом мощностью в несколько метров. Верхняя часть торфа и создает видимость террасовидной поверхности, несколько возвышающейся над поймой (рис. 3).

Пойма сформировалась в голоцене в условиях стока, близкого к современному, при котором реки сильно меандрируют и обладают значительно более низкими скоростями течения, чем во время формирования первой террасы. Для аллювия поймы характерен относительно мелкозернистый состав. Процессы заболачивания охватывают лишь древние участки поймы. Материалы дистанционных методов ясно свидетельствуют о том, что пойма сформировалась в основном за счет вторичной переработки первой террасы.

В целом материалы дистанционных методов дают новый важный материал для понимания истории формирования современных долин. Они показывают, что эволюция долин имела климатически обусловленный импульсный характер. Периоды обильного стока многократно и последовательно сменялись периодами его резкого сокращения. Это требует существенного пересмотра многих основных вопросов теории флювиальных процессов.

Н. В. ВОСТРЯКОВА

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Одной из важнейших проблем гидрологии являются расчеты и прогнозы объемов и хода весеннего половодья. Водные ресурсы Алтайского края формируются главным образом за счет рек Катунь, Бий, Чарыша, Чумыша, Алея, Ануя, Песчаной и других более мелких водотоков. Сток этих рек определяется в основном объемом воды, поступающим в речную сеть в результате весеннего таяния снега.

Остановимся на вопросе использования космической информации при изучении динамики снеготаяния. В качестве основного объекта исследований выбран бассейн крупнейшей водной артерии Алтая р. Катунь. Площадь этого бассейна (в створе у с. Сростки) составляет 58,4 тыс. км<sup>2</sup>, средняя высота 1780 м. Диапазон высот превышает 4000 м (от 200 до 4500 м), наибольшая часть водосбора (около 50%) имеет высоту от 1500 до 2500 м.

Исходной послужила многозональная информация с метеорологического спутника «Метеор» в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,1 мкм. По снимкам в зонах 0,5—0,6 мкм нами были определены границы схода снега и степень заснеженности в бассейне р. Катунь. Эти данные сопоставлялись с результатами проведенных здесь наземных наблюдений и авиационных

снегомерных работ. Средняя ошибка определения высоты снеговой линии по снимкам в зоне 0,5—0,6 мкм составила 200—250 м.

Наличие спутниковой информации позволило определить ход снеготаяния в бассейне р. Катунь. Эти данные были использованы в расчетных и прогнозных зависимостях стока. Выявлены удовлетворительные зависимости объема стока на последние 5—6 недель половодья от степени заснеженности территории на дату прогноза для р. Катунь у с. Сростки; получена зависимость максимального расхода воды от величины средней высоты зоны таяния [Вострякова, 1981].

На повестке дня стоит вопрос об исследовании водно-физических характеристик снежного покрова, который (по данным измерений) имеет наибольшее спектральное альbedo на участке около 0,6 мкм. С увеличением длины волны яркость снега и его альbedo понижаются. Замечено, что это понижение бывает более интенсивным для влажного тающего снега, чем для сухого.

Известны попытки использования многозональной информации для определения площади тающего снега по сопоставлению снимков в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,4 мкм. При этом площади заснеженности водосбора получаются различными, причем обычно меньше для зоны 0,8—1,4 мкм.

Впервые такая возможность была замечена Стронгом и его соавторами [1971] по результатам съемок со спутника «Нимбус-2» в зонах 0,5—0,7 и 0,7—1,3 мкм. Они обнаружили, что на изображениях в ближней ИК-полосе (0,7—1,3 мкм) иногда нет снега, в то время как синхронные данные видимого диапазона указывают на его большое количество. Это явление отмечается в условиях весеннего снеготаяния в горах. Оно вызвано значительным уменьшением отраженного ближнего ИК-излучения, что, в свою очередь, видимо, связано с тонкой пленкой воды на поверхности снега или возле нее, которая поглощает излучение в этой полосе. В последующем указанная особенность отмечалась многими исследователями.

Нами была предпринята попытка применить многозональную информацию с метеорологических спутников «Метеор» в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,4 мкм за 1977—1981 гг. для определения площади тающего снега в бассейне р. Катунь.

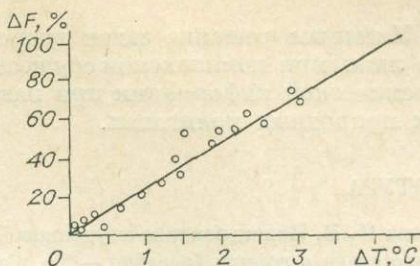
Проведенные расчеты показали, что для бассейна р. Катунь различия в изображении заснеженности до начала интенсивного снеготаяния незначительны, но затем увеличиваются до 2—5% при сумме накопившихся положительных температур воздуха с начала таяния, по данным метеостанции Катанда, 100—200°C и до 40—50% при сумме температур 650—700°C. Следует заметить, что эти различия зависят также от величины максимальных снегозапасов к началу таяния. Чем больше модульный коэффициент снегозапасов, тем меньше разница в степени заснеженности при одной и той же сумме положительных температур воздуха. В отдельные дни при похолодании и выпадении осадков разница в степени заснеженности по снимкам в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,4 мкм резко уменьшается.

Были проведены расчеты нулевой изотермы и изотерм +2, +5 и +10°, а также температур воздуха на высоте снеговой линии для снимков 0,5—0,6 и 0,8—1,4 мкм.

К концу снеготаяния нулевая изотерма находится выше наибольших отметок водосбора. Высота изотермы +10° находится в большинстве случаев ниже высоты снеговой линии, определенной по снимкам в зоне 0,5—0,6 мкм, и лишь к концу таяния приближается к высоте снеговой линии в зоне 0,8—1,4 мкм. Аналогичные результаты были получены в районе Станового нагорья [Прокачева и др., 1982].

Разница температур воздуха для высот снеговой линии, определенных по снимкам в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,4 мкм, изменяется по данным наблюдений от 0,2 до 3° (при абсолютных значениях температур воздуха для этих высот от 1 до 14°C), причем чем больше разница этих температур, тем больше различия в степени заснеженности. Как видно из рис. 1, при разнице температур воздуха около 5°, разница в степени заснеженности будет максимальной. Такая ситуация при обычных условиях снеготаяния

Рис. 1. Зависимость степени заснеженности, определенной по снимкам в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,1 мкм, от разницы температур воздуха.



должна вызывать повышение влажности снега до максимальной водоудерживающей способности и иметь следствием интенсивную водоотдачу из снежного покрова.

Была сделана попытка сопоставить высоту снеговой линии, полученную по снимку 0,8—1,1 мкм, с верхней границей зоны таяния. Последняя рассчитывалась для всего периода весеннего половодья за 1977—1981 гг. по положению нулевой изотермы и положения снеговой линии на снимках в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,1 мкм за период половодья 1978—1979 гг. Как видно из рис. 2, снеговая линия, полученная по снимку в зоне 0,8—1,1 мкм, лежит значительно ниже нулевой изотермы (верхней границы таяния). Отсюда можно сделать предварительный вывод, что по снимкам в ближней инфракрасной зоне дешифрируется не фронт снеготаяния, а некая граница интенсивного снеготаяния и водоотдачи из снежного покрова.

Нами были рассчитаны величины соотношения площадей интенсивного и одновременного снеготаяния. Площадь интенсивного снеготаяния определялась по снимкам в зонах 0,5—0,6 и 0,8—1,1 мкм, а площадь одновременного снеготаяния — по положению снеговой линии в зоне 0,5—0,6 мкм и нулевой изотермы. Расчеты показали, что коэффициент соотношения указанных площадей зависит от основных факторов, определяющих динамику схода снега (сумма накопившихся положительных температур воздуха с начала таяния и максимальные снегозапасы), и изменяется от 0,03 до 0,75.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Использование многозональной космической информации при существующем ее разрешении уже дает возможность получать важные сведения о динамике снежного покрова для оперативных целей (определения границы снега, степени покрытия водосбора снегом, высоты снеговой линии в горах). Указанные характеристики могут быть использованы в расчетных и прогнозных зависимостях стока весеннего половодья на горных реках.

2. Необходимо больше внимания уделять использованию информации в ближней инфракрасной зоне для определения водно-физических свойств снега. Эти вопросы требуют дальнейших исследований.

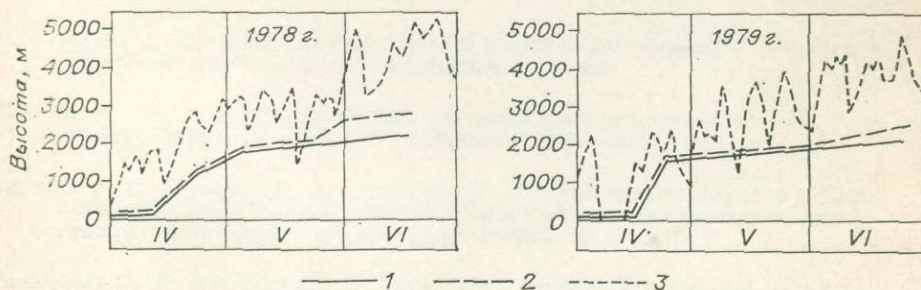


Рис. 2. График изменения нулевой изотермы (3) и высоты снеговой линии по снимкам в зонах 0,5—0,6 (1) и 0,8—1,1 мкм (2) для периода половодья за 1978 и 1979 гг.

3. Успешное решение задач гидрологического дешифрирования возможно лишь при комплексном осуществлении экспериментов по применению космической информации при наземных и авианаблюдениях на различных природных полигонах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вострякова Н. В.** Использование спутниковой информации для расчета и прогноза талого стока в горном бассейне.— Тр. Государственного гидрологического института, 1981, вып. 285, с. 29—37.
- Прокачева В. Г., Сниценко Д. В., Усачев В. Ф.** Дистанционные методы гидрологического изучения зоны БАМ. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 223 с.
- Strong A. E., McClain F. P., McGinnis D. E.** Detection of thawing snow and ice packs through the combined use of visible and near — infrared measurements from Earth Satellites.— Weather Review, Wash., D. C., 99(11), Nov. 1971, p. 828—830.

Предисловие . . . . .	3
I раздел	
Геологические исследования и поиски полезных ископаемых с помощью аэрокосмических средств	
<i>Янишин А. Л., Зятькова Л. К.</i> Проблемы комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов в Сибири . . . . .	5
<i>Недочетов В. Л.</i> Процесс неравномерного опускания поверхности литосферы как причина «просвечивания» погребенной структуры нефтегазоносных бассейнов на космоснимках . . . . .	14
<i>Куприна Т. А., Мартынов О. С.</i> Опыт применения дистанционных методов для индикации опускания поверхности Земли на нефтяных месторождениях Западной Сибири . . . . .	17
<i>Беляева В. А., Запивалов Н. П.</i> Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности южной части Западной Сибири по результатам дешифрирования космических снимков . . . . .	20
<i>Лапухов А. С., Прокопенко А. И., Боровиков А. М., Пяткин В. П.</i> Новые линейные структуры Лениногорского рудного района и их металлогеническое значение . . . . .	25
<i>Ромашов А. А.</i> Аэрокосмические методы в системе комплексного изучения глубинного геологического строения земной коры нефтегазоносных территорий . . . . .	33
<i>Витязь В. И., Титенков В. Н.</i> Размещение кимберлитовых ареалов относительно региональных дизъюнктивов и областей прогибания Сибирской платформы . . . . .	40
<i>Растегин А. А., Кучай Л. А.</i> Возможности прогноза погребенных структур юга Сибирской платформы по космическим снимкам . . . . .	44
<i>Калугин И. А.</i> Геолого-структурные элементы Холзунского магнетитового месторождения и их прогнозно-поисковое значение . . . . .	48
<i>Ефремов В. Н., Старков Г. П., Григорьев В. И.</i> Особенности структуры Шерегешевского рудного поля (Горная Шория) в свете использования дистанционных и наземных методов ее расшифровки . . . . .	52
<i>Коновалова О. Г.</i> К вопросу о существовании астроблем в Кузнецком Алатау	57

*Зятыкова Л. К., Березовская Р. В.* Тематическое картирование с применением космической фотоинформации при сейсмических исследованиях и изучении новейшей тектоники . . . . . 62

*Кулаков А. П.* Материалы космических съемок в морфоструктурных исследованиях на Дальнем Востоке . . . . . 65

**И I р а з д е л**

**Комплексные исследования природных ресурсов и экзодинамических процессов с помощью аэрокосмических средств**

*Зятыкова Л. К.* Дистанционные исследования структурно-геоморфологических (геодинамических) комплексов различных климатических зон Западной Сибири . . . . . 71

*Волков И. А.* Дистанционные методы и новейшие геологические образования центральной части Западной Сибири . . . . . 79

*Вострякова Н. В.* О возможности использования многозональной космической информации при изучении водных ресурсов Алтайского края . . . . . 85

**КОМПЛЕКСНЫЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ СИБИРИ**

Утверждено к печати Институтом геологии  
и геофизики СО АН СССР

Редактор издательства *Е. Г. Макеенко*  
Художественный редактор *М. Ф. Глазырина*  
Технический редактор *Н. М. Бурлаченко*  
Корректоры *Г. И. Шведкина, О. Д. Першина*

ИБ № 23565

Сдано в набор 21.03.84. Подписано к печати 10.11.84. МН-02086. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага  
типографская № 1. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4+1,4 на мел. бум.,  
Усл. кр.-отт. 10,2. Уч.-изд. л. 10,2. Тираж 1000 экз. Заказ № 115. Цена 1 р. 50 к.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18,  
4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

**В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВА „НАУКА“**

**в 1985 году**

**ГОТОВЯТСЯ К ВЫПУСКУ СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:**

**Геология и радиогеохимия Средней Сибири.— 20 л.**

Излагаются результаты исследований комплексных карбонатно-железородных месторождений Тувы, гранитоидного магматизма и гидротермального метаморфизма, освещаются вопросы современных тектонических движений, рассматриваются проблемы геохимии радиоактивных элементов в эволюции вещества земной коры региона, обсуждаются вопросы генезиса пород на основе данных радиогеохимии.

Для геохимиков и геологов.

**Геохимические методы поисков и оценки рудных месторождений.— 20 л.**

В сборнике на оригинальном материале рассматриваются методы ведения геохимических поисков в различных регионах и зональность региональных геохимических полей, методика выделения и оценки аномалий, соотношение и комплексирование различных геохимических методов.

Для геохимиков, геологов.

**Пампура В. Д. Геохимия гидротермальных систем областей современного вулканизма.— 17 л.**

В монографии на основе комплексных геохимических исследований, обобщений и физико-химического моделирования приведена характеристика гидротермальных систем областей современного вулканизма. Разработана геохимическая типизация гидротерм. Создана динамическая модель необратимой геохимической эволюции и минералообразования в системе «вода — порода». Исследуется степень геохимической преемственности современных гидротермальных систем и месторождений малоглубинных формаций.

Для геохимиков, геологов-рудников, вулканологов.

**Хабаров Е. М. Сравнительная характеристика позднекембрийских рифогенных формаций (юг Восточной Сибири, Южный Урал и Тиман).— 14 л.**

В монографии рассматриваются состав, строение и пространственное положение позднекембрийских рифогенных формаций, развитых на территории юга Восточной Сибири, Южного Урала и Тимана. Впервые описание такого типа формаций дается на основе изучения внутриформационных таксономических единиц разного ранга. Проводится сравнительный анализ и выясняются палеогеографические условия образования позднекембрийских рифогенных формаций.

Для геологов, а также специалистов, изучающих рифогенные отложения и занимающихся вопросами формационного анализа.

*Книги высылаются наложенным платежом. Заказы направляйте по адресу: 630090, Новосибирск, 90, Морской проспект, 22. Магазин «Наука».*

*Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресам:*

- 480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97  
370005 Баку, ул. Джапаридзе, 13  
232600 Вильнюс, ул. Университето, 4  
690088 Владивосток, Океанский проспект, 140  
320093 Днепропетровск, проспект Гагарина, 24  
734001 Душанбе, проспект Ленина, 95  
375002 Ереван, ул. Туманяна, 31  
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289  
420043 Казань, ул. Достоевского, 53  
252030 Киев, ул. Ленина, 42  
252142 Киев, проспект Вернадского, 79  
252030 Киев, ул. Пирогова, 2  
252030 Киев, ул. Пирогова, 4  
277012 Кишинев, проспект Ленина, 148  
343900 Краматорск, Донецкой обл., ул. Марата, 1  
660049 Красноярск, проспект Мира, 84  
443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2  
191104 Ленинград, Литейный проспект, 57  
199164 Ленинград, Таможенный пер., 2  
196034 Ленинград, В/О, 9 линия, 16  
220012 Минск, Ленинский проспект, 72  
103009 Москва, ул. Горького, 19а  
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7  
630076 Новосибирск, Красный проспект, 51  
630090 Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22  
142284 Протвино, Московской обл., «Академкнига»  
142292 Пущино, Московской обл., МР, «В», 1  
620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137  
700029 Ташкент, ул. Ленина, 73  
700100 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43  
700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6  
634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18  
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10  
450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49  
720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42  
310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87

Проблемы комплексных аэрокосмических исследований природных ресурсов в Сибири. Янин А. Л., Зятькова Л. К. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Рассматривается значение комплексных аэрокосмических исследований в тематическом картировании при изучении природных ресурсов с применением космической фотоинформации: при составлении специальных карт при картировании природных комплексов, структурно-геоморфологическом картировании с элементами новейшей тектоники, поисках полезных ископаемых, инженерно-геоморфологическом картировании, выявлении сейсмической активности и сейсмическом районировании, при специальном космофотогеологическом картировании.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 26.

Процесс неравномерного опускания поверхности литосферы как причина «проевечивания» погребенной структуры нефтегазоносных бассейнов на космоснимках. Недочетов В. Л. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Выдвинуто предположение о воздействии погребенной структуры нефтегазоносных бассейнов на фотополе Земли через отражение в ландшафте процесса неравномерного опускания поверхности литосферы, обусловленного ползучестью скелета осадочных горных пород при их гравитационном уплотнении.

Библиогр. 12

Опыт применения дистанционных методов для индикации опускания поверхности Земли на нефтяных месторождениях Западной Сибири. Куприна Т. А., Мартынов О. С. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Описано использование в качестве методического приема ретроспективного анализа карт течения болот, составленных на основе дешифрирования аэрофотоматериалов, для выявления опусканий поверхности Земли на Большом Самотлорском месторождении. В качестве индикатора опускания поверхности Земли выбран процесс динамики болот.

Табл. 1. Библиогр. 10.

Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности южной части Западной Сибири по результатам дешифрирования космических снимков. Беляева В. А., Запывалов Ю. П. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Описываются новые взгляды на строение земной коры и перспективы нефтегазоносности на юге Западно-Сибирской плиты по результатам дешифрирования космических снимков.

Ил. 2. Библиогр. 7.

Новые линейные структуры Лениногорского рудного района и их металлогеническое значение. Жапухов А. С., Прокопенко А. И., Боровиков В. Н., Пяткин В. П. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Комплексное дешифрирование серий разноаспектных и разномасштабных космических и аэрофотоснимков и их геолого-геофизическая интерпретация с применением количественных методов позволили построить новую космоструктурную схему рудного района. Наряду с подтверждением и детализацией известных структурных элементов региона выявлен ряд новых крупных разрывных нарушений, которые до сих пор не картировались. Эти скрытые глубинные разломы субмеридионального простирания контролируют размещение большинства рудных полей и позволяют прогнозировать новые перспективные участки.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. 11.

Аэрокосмические методы в системе комплексного изучения глубинного геологического строения земной коры нефтегазоносных территорий. Ромашов А. А. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

В соответствии со стадийностью поисково-разведочных работ на нефть и газ (уточнен перечень задач, решаемых на основе аэрокосмических методов, и разработана общая структурно-технологическая схема организации аэро- и космогеологических исследований в системе комплексного изучения нефтегазопоисковых территорий).

Ил. 1. Библиогр. 22.

Размещение кимберлитовых ареалов относительно региональных дизъюнктивов и областей прогибания Сибирской платформы. Витязь В. И., Титенков В. Н. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Карты дешифрирования дистанционных материалов, гипсометрия рельефа дневной поверхности и гидросеть генерализованы путем составления полей плотности гипсометрических карт верхних и нижних отметок в соответствии с размерами кимберлитовых ареалов как целевых объектов. Кимберлитовые ареалы приходятся на поля средних гипсометрических отметок и повышенной плотности малых региональных и крупных локальных дизъюнктивов.

Ил. 2. Библиогр. 4.

УДК 550.814 + 551.24(571.5)

Возможности прогноза погребенных структур юга Сибирской платформы по космическим снимкам. Растегин А. А., Кучай Л. А. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Рассмотрены существующие методы прогноза погребенных поднятий по космическим снимкам. Предложены статистические приемы анализа отдешифрованных по ним схем линейментов с целью выявления площадей, перспективных для поиска локальных поднятий. Ил. 4. Библиогр. 10.

УДК.551.3 + 552.3

Геолого-структурные элементы Холзунского магнетитового месторождения и их прогнозно-поисковое значение. Калугин И. А. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

На основании дешифрирования космических снимков выявлена специфика формирования руд в изученном блоке Белоузенско-Южноалтайской структурно-формационной зоны. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 9.

УДК.551.3 + 552.3

Особенности структуры Шерегетевского рудного поля (Горная Шория) в свете использования дистанционных и наземных методов ее расшифровки. Ефремов В. Н., Старков Г. П., Григорьев В. И. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Установлено, что рудные месторождения располагаются в зоне сдвигов блоков, выявленные вертикальные смещения мелких блоков позволяют прогнозировать положение скрытого оруденения. Ил. 3. Библиогр. 3.

УДК 550.8 + 552.3 + 629.195

К вопросу о существовании астроблем в Кузнецком Алатау. Коновалова О. Г. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

В Кузнецком Алатау на космических снимках выделена структура, которая подчеркивается дугообразными магнитными аномалиями. Ил. 3. Библиогр. 8.

УДК.551.4 + 528.77

Тематическое картирование с применением космической фотоинформации при сейсмических исследованиях и изучении новейшей тектоники. Зятькова Л. К., Березовская Р. В. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

С учетом времени и сезона съемки используются космические снимки для тематического картирования при составлении и уточнении геологических и экзодинамических специальных карт, применяемых при изучении сейсмически активных зон и новейшей тектоники. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. 9.

УДК.55.14(571.6) + 528.77

Материалы космических съемок в морфоструктурных исследованиях на Дальнем Востоке. Кулаков А. П. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Приводятся основные результаты использования космических снимков в морфоструктурных исследованиях, установлены принципиально новые закономерности строения и развития морфоструктур на Дальнем Востоке. Библиогр. 8.

УДК.551. + 629.195

Дистанционные исследования структурно-геоморфологических (геодинамических) комплексов различных климатических зон Западной Сибири. Зятькова Л. К. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири.— Новосибирск: Наука, 1984.

Применение аэрокосмической информации способствует развитию новых методов для изучения структурно-геоморфологических (геодинамических) комплексов, новейшей тектоники с учетом влияния климатической зональности, которые предлагаются в данной работе. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. 14.

Дистанционные методы и новейшие геологические образования центральной части Западной Сибири. Волков И. А. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири. — Новосибирск: Наука, 1984.

Исследования на основе использования дистанционных методов показали, что рельеф и четвертичные отложения центральной части Западной Сибири тесно связаны с положением Сибирско-Увальского и Вах-Салымского линейментов. Расположение и конфигурация Обской и Енисейской ледниковых лопастей подтверждают заключение о сплошном распространении континентального ледника на севере равнины в максимум стадий средне- и позднечетвертичного оледенений. Ярусное строение рельефа связано с историей приледникового озера, неоднократно возникавшего в ледниковые эпохи.

Ил. 3.

О возможности использования многозональной космической информации при изучении водных ресурсов Алтайского края. Вострякова Н. В. Комплексные аэрокосмические исследования Сибири. — Новосибирск: Наука, 1984.

На примере крупнейшей водной артерии Алтайского края р. Катунь рассматриваются возможные пути использования многозональной космической информации для целей расчета и прогноза стока в весенне-летний период. Излагаются результаты применения информации в видимой и ближней инфракрасной зонах для определения площадей таящего снега. Сделан вывод, что в ближней инфракрасной зоне дешифрируется не фронт снеготаяния, а некая граница интенсивного снеготаяния и водоотдачи из снежного покрова.

Ил. 2. Библиогр. 3.

1 р. 50 к.

4392



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ