by space means

- Academy of Sciences of the USSR Commission of natural resources studies
 - 'Section «Geology from space»

SPACE INFORMATION FOR GEOLOGY

Космическая информация в геологии / Коллектив авторов. М.: «Наука», 1983. 536 с.

Коллективная монография обобщает результаты исследований, выполненных институтами Академии наук СССР, академий наук союзных республик и рядом других организаций в области разработки методики применения аэрокосмической информации в геологии, использования ее в исследованиях новейших и современных геологических процессов, линеаментов и кольцевых структур, металлогении и размещения рудных месторождений в рудных районах, при изучении и прогнозировании нефтегазоносных районов. Изложены общая методология исследований, методы инструментального дешифрирования изображений и количественной обработки информации, результаты региональных структурно-геологических и прогнозно-поисковых работ, выявленные геологические закономерности и практические рекомендации.

Табл. 9, ил. 188, библиогр.: с. 506-526 (729 назв.)

Редакционная коллегия: академик А. В. Пейве (главный редактор), академик А. В. Сидоренко (главный редактор), академик А. Л. Яншин (главный редактор), В. И. Макаров, В. М. Моралев, Ю. Г. Сафонов, В. Г. Трифонов, П. Ф. Флоренский

Ответственные редакторы: В. Г. Трифонов, В. И. Макаров, Ю. Г. Сафонов, П. В. Флоренский

Editorial Board: Academician A. V. Peive (Editor-in-Chief), Academician A. V. Sidorenko (Editor-in-Chief), Academician A. L. Yanschin (Editor-in-Chief), V. I. Makarov, V. M. Moraleov, Yu. G. Safonov, V. G. Trifonov, P. V. Florensky

Responsible editors: V. G. Trifonov, V. I. Makarov, Yu. G. Safonov, P. V. Florensky

K $\frac{1904010000-604}{042(02)-83}$ 185-83-IV

При картировании складчатых областей (и складчатого фундамента платформенных областей) целесообразно особенно наглядно выделять главнейшие сутурные зоны, маркируемые офиолитовыми и зеленосланцевыми формационными комплексами (последние, как и плутонические формации, следует выделять цветом). Должна быть отражена объективная информация о структурном положении этих комплексов и направлениях падения их тектонических контактов.

Олистостромовые комплексы складчатых областей, которые обычно можно дешифрировать на космических и высотных снимках, на геологических картах лучше всего показывать ярким цветным крапом по основной закраске, соответствующей возрасту олистостромовых формаций. Рекомендуется тщательно их индексировать по узким интервалам времени, соответствующим эпохам формирования олистостром, как правило кратковременным.

Необходимо проведение исследований по корреляции формы выходов на поверхность плутонических гранитоидных массивов с петрохимическими данными об их составе (подробнее см. ниже). Особо важным в металлогеническом отношении представляется выделение на картах плагиогранитовых, тоналит-трондьемитовых, банатитовых, монцонитовых, нордмаркитовых, адамеллитовых, грейзеновых, щелочно-гранитовых, граносиенитовых, ультращелочных фельдшпатоидных, щелочно-ультраосновных плутонических комплексов и кимберлитовых ассоциаций пород.

Мелкомасштабные геологические карты, составленные на основе дешифрирования дистанционных данных, будут более объективными, точными, детальными, чем существующие карты. Они дадут материал для составления новых карт: тектонических и неотектонических, металлоносных концентрических структур, металлогенических. Наличие новых карт позволит полнее и успешнее прогнозировать месторождения полезных ископаемых, даст новый важный материал, необходимый при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях, будет способствовать дальнейшму развитию теоретической геологии.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Возможности использования многозональных изображений Земли, полученных со спутника «Ландсэт-1», их информативность в разных спектральных диапазонах уже обсуждались нами [Панин, Скобелев, 1976; Геологическое..., 1978]. Сейчас накопился новый и более полный материал, основанный на дешифрировании снимков, сделанных многозональными фотокамерами МКФ-6 с космического корабля «Союз-22» и МКФ-6М с орбитальной станции «Салют-6». Ниже рассматриваются особенности применения этих многозональных снимков на примере тестового участка, охватывающего западную и центральную части Памиро-Тяньшаньского сближения — Памиро-Алай (рис. 12, 13).

Северная граница участка проходит по зоне Южно-Ферганского разлома, отделяющего новейший (N—Q) свод Алайского хребта от Ферганской впадины и маркируется крупными конусами выноса. Южная граница проходит южнее зоны Северо-Памирского надвига.

Центральную часть снимка занимает Алайский хребет, который на юге сопрягается с Алайской долиной — межгорной впадиной, разделяющей новейшие мегасводы Тянь-Шаня и Памира. Река Кызылсу, смещенная на востоке, в широкой части Алайской долины, к северу, западнее пропиливает себе каньонообразное русло (до 500 м шириной) на краях сводов Памира и Тянь-Шаня и служит их естественным разделом. Считается, что в этой части пространственно совмещаются зоны Южно-Тяньшаньского и Вахшского так называемых глубинных, или краевых, разломов. Последний обычно считают надвигом.

Сложенные разнообразными породами, в основном палеозойского возраста, относящимися к классу геосинклинальной формации, Северный Памир и Южный Тянь-Шань образуют складчатые сооружения, которые имеют общие черты строения [Мушкетов, 1915; Наливкин, 1926; Марковский, 1935; Губин, 1960].

На снимке изображена та часть Памиро-Алая, для которой наиболее характерны карбонатно-глинистые толщи силура — девона (для Алая) и карбона — перми (для Памира). В меньшей степени развиты вулканогенно-терригенные и вулканогенные породы карбона — перми (по периферии Алая и отчасти в центре) и вулканогенно-терригенные триас-юрские толщи (по северному краю Памира). Различимые на снимках интрузивные массивы на южном борту Алая представляют собой субвулканические линзовид-52



Рис. 12. Фотоснимок Памиро-Алая, сделанный камерой МКФ-6 с космического корабля «Союз-22» В верхнем левом углу — конусы выноса в долине р. Сох, в верхнем правом — Алайская долина

ные тела позднего палеозоя. Шарьяжные пластины составляют основной элемент структуры Памиро-Алая. Собранные в пакеты пластин, они образуют каркас новейшей структуры — складки основания [Шульц, 1948], в соответствии с которыми деформируется мезозойско-кайнозойский покров. Палеозойские своды Памира и Алая разделены полосой деформированных в альпинотипную структуру мезозойско-кайнозойских, исключительно осадочных пород, слагающих Заалайский хребет — внешнюю фронтальную часть Северного Памира. На эту структуру по Северо-Памирскому надвигу надвинуты палеозойские толщи Памирского свода, который перед своим фронтом сминает толщи мезозоя—кайнозоя, надвигая их по Вахшскому надвигу [Губин, 1960] на отложения предтяньшаньского борта Алайской долины.

Для сравнения информативности использовались цветные (синтезированные из трех) и черно-белые отпечатки снимков в шести диапазонах, увеличенные по сравнению с оригиналом в 2, 4 и 6 раз.

Литологическая контрастность различных по возрасту комплексов пород наряду с их значительной (до 200—500 м) мощностью позволяет достаточно уверенно различать их на космических снимках [Трифонов и др., 1973; Геологическое..., 1978], выделять внутри комплексов маркирующие горизонты и посредством этого достаточно уверенно расшифровывать геологическую структуру.

На синтезированных изображениях отчетливо выделяются комплексы пород с разной цветовой гаммой. Цвето-тоновая характеристика нижнемеловых красноцветов, обнаруженных вдоль южного подножия Алайского хребта (так называемый гиссарский тип отложений), на снимках практически не отличается ни от карбонатно-глинистых толщ верхнего мела—палеогена, ни от четвертичных образований (в том числе лёссов и лёссовидных суглинков), мелкоземы которых заведомо обогащены карбонатным материалом, поскольку непосредственно связаны с разрушением исходного комплекса пород. В то же время «гиссарская фация» красноцветов резко отличается от одновозрастных «внешне-памирских» образований [Губин, 1960], для которых исходными были в первую очередь породы вулканогенно-осадочных красноцветных толщ мынтекинской и сорбулакской серий (T—J)] [Борнеман, Овчинников, 1936]. При этом вблизи карбонатно-глинистых палеозойских толщ Северного Памира наблюдается заметное посветление в окраске нижнемеловых красноцветов «внешнепамирского» типа (см. рис. 12). Космические снимки в данном случае подтверждают резкое фациальное различие молассовых толщ



Рис 13 Схема дешифрирования снимка

1 — снег и облака, 2,3 плейстоцен-голоценовые образования 2 — аллювиально-пролювиальные, 3 — преимущественно пролювиальные, 4 — моренные толщи среднеплейстоценового оледенения, 5 — пролювиальноделювиальные и лёссовые тол щи среднего плейстоцена, 6 неоген четвертичные конгломераты бактрийского (N₂--Q) ком плекса, 7 — мелпалеогеновые образования, 8 — вулканогенно-терригенные толщи «мынтгекинской свиты» (Р — J), 9 — палеозойские (PZ₂) образования миогеосинклинального (карбонатно-терригенного) ряда, 10 — позднепалеозойские (PZ₃) вулканогенно терригенные образования, 11 - гранитоиды позднепалеозойского возраста, 12 — геологические грани цы, 13, 14 — фотомаркирующие разновозрастных горизонты толщ, 15 — разломы с неустановленным характером переме щения, 16 — сбросы, 17 — над виги, 18 — троговые долины, 19 — пролювиальные конусы вы носа, 20-22 — комплексы па леозойских отложений с различ ной окраской толщ, соответству ющих различным формационным типам отложений

«гиссарского» и «внешнепамирского» типов, т е резкое различие и разобщенность источников сноса

Более метаморфизованные породы мезозоя — кайнозоя северной окраины Памира по окраске на снимке ближе к палеозойским вулканогенным и метаморфическим толщам Алайского хребта и Северного Памира, чем к одновозрастным образованиям в южных предгорьях Алая Гранитоидные интрузии позднего палеозоя на склонах Алайского хребта практически идентичны по цвету нижнемеловым песчаникам в Заалайском хребте. Карбонатно-глинистые и терригенные образования миогеосинклинального ряда содержат мощные карбонатные толщи, рассеянные примеси карбонатного материала и поэтому имеют более светлую окраску. Весьма характерно, что обогащенные карбонатами делювиальные плащи подчеркивают различие между существенно глинистыми и существенно карбонатными пачками Наконец, образования финальной серии геосинклинальных толщ с кислыми гранитоидными интрузиями и субаэральным вулканизмом, в основном средним и кислым, имеют, как правило, более интенсивные темные красноватые тона, чем молассовые толщи

Это различие обусловлено разной степенью окисленности железа, входящего в состав мелкоземов грубообломочных осадочных вулканогенно-осадочных образований, а также в глинистые породы [Наливкин, 1956] Мало измененные закисные и окисные формы железа придают породам темные оттенки, тогда как многократно переотложенное и осажденное в водной среде лимонитизированное железо придает им светлую (на синтезированных в красных цветах снимках желтоватую) окраску Это отчетливо проявляется в выведенных на дневную поверхность и образующих одни и те же элементы рельефа палеозойских образованиях Памира и Тянь-Шаня Не меньшую роль в цвето-тоновой характеристике дешифрируемых комплексов играет и примесь карбонатного материала, как правило рассеянного в массе глинистых пород или входящего в состав мелкоземов осадочных груботерригенных разностей

Слоистые толщи, кроме того, приобретают осредненную окраску за счет делювиальных плащей из наиболее легко разрушаемых пород (например, серых сланцев) Если мощности различных по цвету и прочности пород значительно (в 2—3 раза) превышают разрешение снимка, то в условно-цветных и черно-белых изображениях они дешифрируются по особенностям цвета и микрорельефа Делювиальные плащи, по-разному смещенные в зависимости от микрорельефа, в деталях могут искажать изображение геологических границ, что, однако, не мешает выявлению основных черт геологической структуры Так, различные по цвету геологические образования приводораздельной части Заалайского хребта отождествляются с покровными пластинами нижнемеловых красноцветных песчаников, залегающих на верхнемеловых темно-серых глинисто-карбонатных толщах

Наибольший эффект синтезированные крупномасштабные космические снимки МКФ-6 дают при изучении современной структуры, позволяя решить достаточно сложные задачи В этом случае благодаря своей обзорности снимки выступают как новый высокоэффективный вид информации о напряженной альпинотипной складчато-разрывной структуре и глубоко расчлененном рельефе

В западной части Заалайского хребта на снимках отчетливо видно, как белые (палеоген — верхний мел) и темно-красные (нижний мел) контрастные толщи образуют систему складок и разрывных дислокаций В этой системе гипсоносные толщи приурочены к сильно пережатым синклинальным частям структуры (на снимках видны переходы от нормально залегающих верхнемеловых—палеогеновых карбонатно-глинистых гипсоносных толщ в зоны тектонического дробления) Нижнемеловые толщи песчаников, слагающие деформированные антиклинали, надвинуты вдоль оси к северу на смежные синклинали Нижнемеловые песчаники нередко образуют бескорневые пластины, как бы плавающие на верхнемеловых—палеогеновых отложениях Предполагалось [Губин, 1960, Захаров, 1970], что гипсовые тела зоны Вахшского надвига представляют собой диапиры тыловой зоны растяжений пластин, выжатые по надвиговым плоскостям, которые фиксируют предположительно юрскую галогенно-глинистую толщу, служащую основой для скольжения пластин и пакетов нижнемеловых песчаников Метасоматическое замещение карбонатов гипсами и насыщение пород растворами гипса и соли были достаточно изучены в Таджикской депрессии Н Ф. Ломоносовым [1971]

Описанные в геологической литературе как две дихотомирующие складки [Григорьев, 1949, Поршняков, 1973], выполненные отложениями мезозоя — кайнозоя, эти структуры четко прослеживаются на снимках южных склонов Алайского хребта, а их рисунок определяется сочетанием рельефа с надвигами толщ палеозоя на мезозойско-кайнозой-

ские. Структуры представляют собой эрозионно расчлененные надвиговые пластины, в которых сорванные своды антиклиналей, сложенные породами палеозоя, перекрывают синклинали, выполненные мезозойскими толщами.

Если элементы стратифицированных толщ распознаются на снимках достаточно отчетливо, то выявление интрузивных массивов вызывает значительное затруднение. Например, субвулканические линзовидные тела щелочных гранитоидов южного склона Алайского хребта имеют сравнительно небольшие размеры, что при наличии относительно изометричной (чаще в виде вытянутых брахител) «слоистости», обусловленной точечно-полосчатым рисунком микрорельефа, делает их мало отличимыми от тектонических структур. На наш взгляд, такой рисунок свидетельствует о динамометаморфической природе или по крайней мере о переработке подобных гранитоидных массивов. Эффузивно-вулканогенные толщи имеют сходный микрорельеф, но полосчатость приобретает значительную линейную вытянутость.

По-видимому, для картирования гранитоидных массивов и метаморфических сланцев большое значение имеют различия увлажненности залегающих на них рыхлых отложений и растительного покрова, которые существенно проявляются лишь в летний период. Поэтому для картирования интрузивных массивов и других геологических образований. индикатором которых служит почвенно-растительный покров, оптимальным в аридных областях типа Средней Азии будет такой подбор космических изображений, при котором обеспечивается наибольший контраст почвенно-растительных сообществ, т. е. комплекс летних снимков.

Высокое разрешение снимков, полученных с помощью камеры МҚФ-6, позволяет уверенно выделять специфические морфогенетические образования разного возраста: ледниковые, аллювиальные, пролювиальные и другие в четвертичных отложениях; позднечетвертичные нарушения, в том числе и сейсмоактивные; структурные элементы мезозойско-кайнозойских толщ, перекрытых мощным (до 100—200 м) чехлом рыхлых четвертичных образований. По существу, это новая область применения космических снимков изучение современных геологических процессов как основа для некоторых методов поисков месторождений полезных ископаемых и инженерно-геологических изысканий

На западном окончании Заалайского хребта и несколько западнее, в восточной части хребта Петра Первого, отчетливо выделяются оползневые тела, длина которых составляет несколько десятков километров, а ширина — километры — первые десятки километров. Все эти тела приурочены к фронту надвигов или шарьяжных пластин и имеют ярко выраженное смещение в сторону молодых (четвертичных) впадин, заполненных среднеплейстоценовыми отложениями. При полевых исследованиях, проводимых с использованием аэрофотоснимков обычных масштабов или без снимков, как правило, фиксируются только более мелкие, осложняющие основное тело оползни и ступени.

Обратимся теперь к относительной геологической информативности снимков МҚФ-6 в различных спектральных диапазонах. Выполненные исследования подтверждают основные закономерности отражения геологических объектов орогенических областей, выявленные на сканерных изображениях, полученных со спутника «Ландсэт-1» в различных зонах спектра [Панин, Скобелев, 1976]. Вместе с тем обнаружен ряд новых особенностей.

Наименьший объем геологической информации, на наш взгляд, содержится в диапазоне 460 — 520 нм. В этом диапазоне выделяются коренные образования (темный тон) и плащ рыхлых четвертичных отложений с развитым на нем почвенно-растительным покровом. Светлым, почти белым тоном отличаются эти образования, приуроченные к речным долинам и перигляциальным областям. На равнинных участках четвертичные образования не дифференцируются по морфогенетическим типам и характеризуются таким же темным тоном, как и коренные породы горного сооружения.

На изображениях в диапазоне 520—560 нм четвертичные образования начинают дифференцироваться по литологии как в горных районах, так и на прилегающей равнине. Выделяются слабо дислоцированные коренные образования с различной увлажненностью. В следующей зоне спектра (640—680 нм) дифференциация литологических разностей четвертичных отложений усиливается. Выделяются морфогенетические типы аккумулятивного рельефа. Улучшается выраженность разных по водонасыщенности пластов коренных пород, четче обозначаются литологические разности коренных образований в горной части района.

Таким образом, снимки, сделанные в видимой части спектра, могут использоваться при инженерно-геологических, гидрогеологических и других поисковых работах, в которых важное значение имеет литологический состав образований на поверхности Земли.

В спектральной зоне 700—740 нм ландшафтный рисунок поверхности наименее дифференцирован. Четвертичные образования сохраняют относительно светлый тон изображения, а водотоки рек и обильно увлажненные аллювиальные отложения становятся темными. Основная информация снимков относится к крупным морфоструктурным элементам рельефа, которые отражают глубинное строение территории. Поэтому снимки в этом спектральном диапазоне целесообразно использовать при различных неотектонических и тектонических исследованиях, при сейсмотектоническом районировании территории и т. п.

На снимках в диапазоне 790—890 нм отчетливо выражены микро- и мезоформы рельефа, геологическое строение горных равнинных участков. По информативности эти снимки близки к цветному изображению и содержат некую суммарную геологическую информацию о регионе. Более низкое разрешение, чем в видимой зоне 600—700 нм, делает их несколько менее удобными для работы в масштабах крупнее 1 : 500 000.

Таким образом, снимки в разных спектральных диапазонах несут специфическую геологическую информацию. Сопоставление этой информации и получаемой с синтезированных условно-цветных или кодированных черно-белых изображений показывает, что суммарная информация, содержащаяся в синтезированном изображении, не равна сумме информаций с разноспектральных снимков. В общем спектрозональное синтезированное изображение создает некоторое преимущество в передаче и визуальном восприятии геологических объектов. Наиболее пригодны для обработки синтезированные снимки с цветопередачей, близкой к естественным цветам природных образований.

Специфика передачи геологической информации снимками разных спектральных диапазонов, их высокая разрешающая способность делают материалы космических съемок типа полученных со станции «Союз-22» незаменимым источником геологической информации при геологосъемочных, геологопоисковых работах, а также при неотектонических и сейсмотектонических исследованиях. Применение этих материалов может также повысить эффективность интерпретации геофизических данных. Особенность фотоснимков с «Союза-22» — возможность дешифрирования активных разломов, сложно дислоцированных отложений, комплексов измененных пород и гранитоидов.

Сделанные выше выводы и рекомендации справедливы не только для Памиро-Алая, но и для других орогенических областей. Космофотоснимки, сделанные с помощью камеры МКФ-6, позволяют выделять и изучать там множество разнообразных геологических объектов. Эти снимки могут быть рекомендованы в качестве основы для геологических исследований и разноцелевого картирования в геологии, для поисков месторождений полезных ископаемых, при изучении геоморфологии и современных геологических процессов в масштабах от 1:1 000 000 до 1:200 000.

Особое значение приобретают многозональные космические снимки при проведении поисковых работ на минеральное сырье. Они позволяют выявить структурную приуроченность тех или иных рудопроявлений, ограничить участки металлометрического опробования, геохимических поисков, валунного и шлихового опробования.

Известно, что месторождения минерального сырья приурочены к определенным типам осадочных или вулкано-плутонических формаций, слагающих крупные тектонические структуры земной коры. Они локализуются в более тесные парагенезисы с определенными ассоциациями горных пород, конкретными структурами (например, с гранитоидными массивами или массивами ультраосновных интрузий с характерными дайковыми комплексами, зонами контактовых изменений и т. п.) [Смирнов, 1969]. Цветовые отличия горных пород, зависящие от содержания литофильных элементов, проявляются на синтезированных изображениях в оттенках цветового тона, характеризующего формационный тип пород в целом. Использовать цветовые отличия выгоднее, чем оттенки черно-белого изображения, так как они на порядок лучше различаются глазом [Космическая..., 1975].

В районах, где горные породы в большей мере перекрыты почвенно-растительным покровом различной мощности, например в горно-таежных и степных, многозональная съемка приобретает еще большее значение. Изображения в инфракрасных диапазонах способны передавать различное состояние растительного покрова [Космическая..., 1975; Космическая..., 1979]. Поэтому синтезирование условно-цветных изображений из инфракрасного и других диапазонов. позволяет выделить участки, например, с угнетенной растительностью, на которых геоботанические поиски должны проводиться с металлометрическим и геохимическим опробованием, позволяющим локализовать участки с повышенным содержанием микроэлементов в почвах.

На многозональных снимках, как было показано выше, уверенно определяются генерации четвертичных образований, их генезис и источники сноса, что позволяет более точно проводить поиски россыпных месторождений.

оглавление

.

•

	Введение (А.В. Пейве, В.Г. Трифонов, А.Л. Яншин)	3
	Часть первая	
	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРИ- МЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	7
Глава 1.	Методология и методические основы геологического дешифрирования космических снимков (В. И. Макаров)	7
Глава 2.	Использование математических методов в дистанционном зондировании для решения геологических задач (В. К. Кучай, Д. Н. Чучадеев)	, 14
Глава 3.	[~] Методика инструментального дешифрирования аэрокосмических изображений (С. Ф. Скобелев, А. С. Петренко)	20
Глава 4.	Корреляция космической и геолого-геофизической информации (А. С. Петренко, П. В. Флоренский)	31
Глава 5.	Структурно-геологические исследования и геологическое картирование с помощью материалов космических съемок	45
	Принципы составления космотектонических и космофотогеологических карт (В. А. Буш)	45 50
	Применение многозональных космических снимков при структурно-геологических исследованиях (С. Ф. Скобедев)	52
	Выявление и картирование массивов плутонических пород и их петрохимическая диагностика (С. С. Шильи мл.).	58
	Металлогеническое значение структурно-геологической интерпретации космических снимков на примере Алтая (В. Д. Баранов, М. И. Диденко).	64
	Структурно-геологическое изучение горно-складчатых областей (С. Ф. Скобелев, И. И. Войтович, В. Н. Смирнов, С. В. Левашова)	68
Глава б.	Методические основы, особенности и перспективы использования специальных видов дистанционной съемки	76
	Тепловая съемка (В. И. Лялько, М. М. Митник, с дополнениями Л. Д. Вульфсона) Радиолокационная съемка (А. В. Доливо-Добровольский)	76 90 98 101
Глава 7.	Комплексное применение дистанционных методов при геологических исследова- ниях (В. Г. Трифонов)	105
	Часть втор'ая	
	ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ	
	ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ И НОВЕЙШИХ ГЕОЛОГИ- ЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	108
Глава 8	3. Современные и новейшие эндогенные процессы	108
	Молодая тектоника и прогноз землетрясений (В. Г. Трифонов, В. И. Макаров) Соотношения между механизмами очагов землетрясений и проявлениями сейсми- ческих зон на космических снимках (И. В. Ананьин)	108 117 122

٠

.